
22102056378

Grundzüge der Botanik.

Repetitorium

für Studirende der Naturwissenschaften und Medicin

und

Lehrbuch

für polytechnische, land- und forstwirthschaftliche Lehranstalten.

Von

Dr. Chr. Luerssen,

Docenten der Botanik an der Universität Leipzig.

Zweite Auflage.

Mit 216 vom Verfasser auf Holz gezeichneten Abbildungen.



Leipzig

Verlag von H. Haessel.

1879.

Vorwort zur 1. Auflage.

Die „Grundzüge der Botanik“ sind in erster Linie für den Studirenden der Naturwissenschaften und Medicin bestimmt. Sie sollen demselben den Hauptinhalt der wichtigsten Vorträge über Botanik wiedergeben und so zunächst das in so vieler Beziehung verwerfliche „Nachschreiben“ ersparen. Sie sollen ferner bei Vorbereitungen zum Examen ein Leitfaden zur Repetition des Gelernten sein, ohne darum speciellere Lehrbücher ersetzen zu wollen.

Dass manche physiologische Fragen bereits in den Abschnitten über Anatomie und Morphologie an passender Stelle erörtert wurden, geschah deshalb, um Zusammengehöriges und Verwandtes möglichst zu vereinigen und dadurch fester einzuprägen. Die Systematik erfuhr eine etwas ausführlichere Bearbeitung, als dies gewöhnlich in ähnlichen Büchern zu geschehen pflegt. Namentlich wurden den deutschen Familien der Gefässpflanzen Tabellen zum Bestimmen der Gattungen (mit Ausschluss cultivirter und sehr selten vorkommender) beigefügt, um auf diese Weise einen etwas tieferen Einblick in die Organisation derselben zu geben und das stete Mitführen einer Flora zu umgehen. Die Terminologie wurde hier, wie auch im morphologischen Theile, als aus dem Elementarunterrichte bekannt vorausgesetzt. Dass die gewöhnlichsten Zierpflanzen, sowie namentlich arzneilich und technisch wichtige Gewächse sammt Angabe der betreffenden Handelsartikel und ihrer wesentlichsten chemischen Bestandtheile, so weit es der Raum gestattete, aufgezählt wurden, bedarf wohl keiner Rechtfertigung und ebenso dürften vielleicht die kurzen paläontologischen Notizen Manchem willkommen sein.

Irrthümer und Mängel finden sich in jedem Buche und guter Rath verbessert solche für spätere Zeiten. Es bittet daher seine Fachgenossen um solchen auch

Leipzig, im December 1876.

der Verfasser.

Vorwort zur 2. Auflage.

Die bereits vor Ablauf von zwei Jahren vergriffenen „Grundzüge" haben eine so freundliche Aufnahme gefunden, dass, dadurch ermuthigt, der Verfasser auch die jetzige zweite Auflage vertrauensvoll den Studirenden zur Benutzung übergiebt. Die rasche Vorbereitung derselben zum Druck liess eine bis ins Einzelne gehende Ueberarbeitung nicht wohl zu, doch sind alle dem Verfasser bekannt gewordenen Irrthümer verbessert, sowie die wichtigsten neueren Forschungen möglichst berücksichtigt worden.

Den Bemerkungen eines Recensenten gegenüber muss noch einmal besonders hervorgehoben werden, dass das Buch nur die Wiedergabe der „wichtigsten" Vorträge beabsichtigte und ebenso nicht dazu bestimmt ist, das jetzt in jeder guten Volksschule gelehrte ABC der Botanik zu bringen. Die Zahl der Holzschnitte wurde für die in ihrer Gesammtdarstellung ja stets schwieriger zu behandelnden Kryptogamen bedeutend vermehrt, hoffentlich zu Gunsten des Werkchens, da ja eine passende Abbildung in der Regel eine lange Beschreibung erspart. Dass auch das Aeussere des Buches, Dank der Bereitwilligkeit des Verlegers, gewonnen hat, dürfte ebenfalls nicht getadelt werden.

Leipzig, Ostern 1879.

Der Verfasser.

Nachtrag zu S. 352, § 605.

Nach neueren Untersuchungen ist der Embryosack der Angiospermen eine durch Fusion mehrerer Zellen des Knospenkernes entstandene Höhle des letzteren.

Erster Abschnitt.

Der innere Bau der Pflanze.

Anatomie.

1. Die Zelle als Grundorgan der Pflanze.

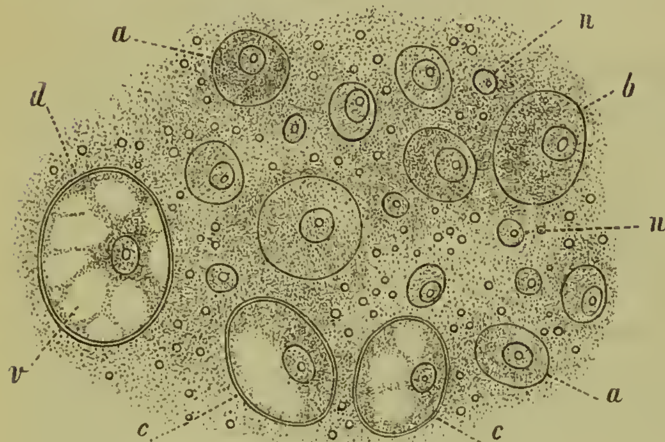
1. Wurzel, Stengel, Blatt und Blüthe einer Pflanze bezeichnen wir als Organe derselben, d. h. als Werkzeuge, von denen jedes bestimmte, für die Lebensvorgänge in der Pflanze wichtige Verrichtungen auszuführen hat. Während z. B. die Wurzel für Befestigung im Erdboden sorgt, führt sie den oberirdischen Theilen gleichzeitig Wasser und die in diesem gelösten Nährstoffe zu. Der Stengel übernimmt unter anderen Aufgaben die Fortleitung der aufgenommenen Nahrung zu den Blättern und Blüthen. Das Blatt besorgt in Gemeinschaft mit anderen grünen Theilen der Pflanze durch Zerlegung der Kohlensäure der Luft in ihre beiden Grundstoffe, Kohlenstoff und Sauerstoff, den für die Ernährung unentbehrlichen Kohlenstoff, welchen die Wurzel aus dem Boden nicht aufzunehmen vermag. Die Blüthe aber mit allen ihren Theilen dient als Fortpflanzungsorgan der Erhaltung der Pflanzenarten, denen sie mit der Entwickelung des Samens die Möglichkeit der Fortdauer auch nach dem Tode des samenerzeugenden Individuums sichert.

2. Damit die genannten Organe ihre speciellen Aufgaben in möglichst nutzbringender Weise ausführen können, muss ihr Bau der jedesmaligen Verrichtung zweckentsprechend angepasst sein. Form, Grösse, Dauer u. s. w. eines Organes sind aber wieder abhängig von den Eigenschaften der dasselbe zusammensetzenden kleineren Theile. Als solche lässt uns eine Untersuchung mit Hülfe des Mikroskopes bei den meisten Pflanzen äusserst zahlreiche, dem unbewaffneten Auge in der Regel nur undeutlich oder gar nicht sichtbare, bläschenartige Gebilde von sehr verschiedener Form erkennen. Jedes derselben zeigt uns einen ganz charakteristischen Bau und bestimmten Inhalt: eine feste, elastische Haut von grösserer oder geringerer Dicke umschliesst eine meist körnig-schleimig aussehende, weiche Substanz neben wässeriger Flüssigkeit und verschieden geformten anderen Inhaltskörpern. Saftige Pflanzentheile, z. B. Beerenfrüchte, lassen dies am leichtesten erkennen.

3. Nimmt man von dem weissen Fruchtfleische einer Schneebeere (Symphoricarpus racemosus) oder von dem Inhalte des Keimsackes einer befruchteten Blüthe der Schminkbohne (Phaseolus multiflorus — Fig. 1) eine geringe

Menge vorsichtig fort und untersucht dieselbe in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskope, so sieht man zahlreiche der in Fig. 1 dargestellten Gebilde, die als *Zellen* bezeichnet werden. Jede derselben hat annähernd rundliche Gestalt; die kleinen Abweichungen in derselben bei Vergleichung der einzelnen Zellen unter einander erklären sich bei der Schneebeere leicht durch den gegenseitigen Druck, den sie in der Frucht auf einander ausübten. Die *Zellhaut*, welche die übrigen Bildungen der Zelle einschliesst, ist hier farblos und durchsichtig und so dünn und zart, dass sie bei stärkerem Druck platzt oder faltig zusammenschrumpft. Der schleimige Inhalt, welcher anfänglich den ganzen Innenraum der Zelle erfüllt und dessen Trübung von zahlreichen kleinen Fetttropfen herrührt, wird als *Protoplasma* bezeichnet. In diesem sehen wir an irgend einer Stelle im Inneren der Zelle noch einen rundlichen, aus gleicher Substanz bestehenden Körper, den *Zellenkern*, liegen, während bei weiterem Wachsthum der übrige Innenraum der Zelle später mit wässerigem *Zellsafte* erfüllt ist. Aus zahlreichen solchen Zellen ist nicht allein das Fruchtfleisch der Schneebeere zusammengesetzt; Tausende solcher oder ähnlicher Zellen bilden alle anderen Organe derselben. *Die Zelle ist das Grund- oder Elementarorgan der Pflanze.*

Fig. 1.



4. Nicht alle Gewächse aber werden aus zahlreichen Zellen aufgebaut. Es giebt viele niedere Pflanzen, die nur aus verhältnissmässig wenigen zu Fäden aneinander gereihten (die meisten Schimmelpilze, die Wasserfäden oder Confervaceen) oder zu Scheiben (Pediastrum) etc. geordneten Zellen bestehen. Bei einer nicht unbeträchtlichen Anzahl noch niedriger organisirter Pflanzen ist sogar die einzelne Zelle die ganze Pflanze selbst. Dergleichen Beispiele liefern uns die Hefepilze (Saccharomyces) und Verwandte und viele niedere Algen (z. B. die Kieselzellen oder Bacillariaceen). Bei höher entwickelten Gewächsen lösen sich oft zahlreiche bestimmte Zellen aus dem Zusammenhange mit Ihresgleichen. Sie erscheinen dann in ihrer Gesammtheit als ein oft gefärbtes Pulver, wie der Brand (Ustilago, Tilletia) unserer Getreidegräser, bei dem die später frei liegenden Zellen die Fort-

Fig. 1. Freie Zellbildung im Keimsacke der Schminkbohne (Vergr. 670) nach Dippel. Im Protoplasma liegen jüngere Zellen (*a* und *b*) mit noch zarter Membran und die Zellhöhlung vollständig erfüllendem Plasma. In den Zellen *c* und *d* ist die Zellhaut bereits stärker entwickelt und im Protoplasma haben sich mit Zellsaft erfüllte Hohlräume (Vacuolen, *v*) gebildet. Zwischen den fertigen Zellen liegen einzelne auch in den Zellen selbst sichtbare Zellkerne (*n*) mit ihrem Kernkörperchen.

pflanzungszellen oder Sporen des betreffenden Brandpilzes sind; oder wie beim Blüthenstaube in den Staubgefässen der meisten Blüthenpflanzen die einzelnen Pollenzellen.

5. Die meisten Zellen sind, wie schon die angeführten Beispiele sagen, in der Regel einzeln mit unbewaffneten Augen nicht erkennbar. Bei den einzelligen Stäbchenpilzen (Bacterien) gehören sogar oft ziemlich bedeutende Vergrösserungen dazu, um die einzelne Zelle in allen ihren Theilen deutlich wahrnehmen zu können. In anderen Fällen ist dagegen die Zelle auch für das blosse Auge sichtbar, wie z. B. in der Holzfaser mancher Bäume, dem Baumwollenhaar, bei den Armleuchtergewächsen (Characeen) und anderen. Bei einigen Algen nimmt die einzelne Zelle sogar bedeutende Dimensionen an. Die einzellige Caulerpa prolifera der wärmeren Meere misst bis zu 10 Centimeter Länge und darüber und bis zu einem Centimeter Dicke, wobei sie zugleich in ihren verschiedenen Theilen die äusseren Formen eines beblätterten und mit Wurzeln versehenen kriechenden Stengels nachahmt und so ein treffliches Beispiel für die höchste Formenmannigfaltigkeit der Zelle bietet.

A. Die Bestandtheile der einzelnen Zelle.

6. Untersuchen wir die ausgebildete aber noch lebensfähige Zelle, so lässt diese, wie schon (in § 3) kurz erläutert wurde, bei den meisten Pflanzen unterscheiden: Zellhaut, Protoplasma, Zellkern und Zellsaft neben anderen, theils im Protoplasma, theils im Zellsafte vorkommenden geformten oder auch gelösten Bestandtheilen, unter denen Stärke, Krystalle, Fetttröpfchen und von Farbstoffen das Blattgrün als die am häufigsten vorkommenden zunächst genannt werden sollen.

Von allen diesen Bestandtheilen ist das Protoplasma der wesentlichste, der eigentliche lebendige Leib der Zelle. An das Vorhandensein desselben knüpfen sich die wichtigsten Lebensvorgänge in der Zelle wie in der Pflanze überhaupt, da in ihm sich die für Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung nothwendigen chemischen Vorgänge vollziehen. Eine Zelle, welche ihr gesammtes Protoplasma während ihrer Entwickelung aufbrauchte, ist als eine todte zu bezeichnen. Zwar braucht sie deshalb noch nicht von der Pflanze als unnütz abgestossen zu werden. Sie kann mit vielen anderen ebenfalls abgestorbenen, gleichartigen Zellen als Schutz für gewisse Organe dienen, wie der Kork. Oder sie übernimmt in ihrer stehenbleibenden festen Wand den Transport des Wassers und der in ihm gelösten Stoffe, da dieser sich an gewisse, auch der todten Zellhaut eigene physikalische Bedingungen knüpft. Sie kann dagegen weder durch Grössenzunahme wachsen, noch sich in irgend einer Weise vermehren und durch Beides zum Wachsthum des betreffenden Organs oder der ganzen Pflanze beitragen.

7. Der Zellkern dagegen, sowie die Zellhaut, als die nächstdem in Betracht kommenden Theile der Zelle, können fehlen, ohne das Leben derselben zu beeinträchtigen. Der Zellkern verschwindet oft mit dem Alter der Zelle, oder er mangelt z. B. manchen einzelligen Pflanzen von Anfang an. Ebenso giebt es unter letzteren viele, die in gewissen Entwickelungszuständen nur eine hautlose Masse von lebendem Protoplasma darstellen,

an deren Umfange erst später durch die Thätigkeit des Protoplasmas eine Zellhaut ausgeschieden wird. Dergleichen hautlose Zellen nennt man nackte Zellen oder Primordialzellen. Streng genommen beginnen die meisten Pflanzen, das winzigste Moos wie die mächtige Eiche, ihr Leben als eine solche noch nackte Zelle, wenn sie als Eizelle in den Fortpflanzungsorganen auftreten, oder als sogenannte Schwärmzelle (Fig. 3, S. 7) die starre Zellhaut verlassen, wie bei vielen Algen und Pilzen. — Auch die anderen genannten Inhaltskörper fehlen bald, bald sind sie nur vorübergehend auf längere oder kürzere Zeit in der Zelle vorhanden.

1. Das Protoplasma.

8. Das Protoplasma, kurzweg auch Plasma genannt, erscheint als eine bei den allermeisten Pflanzen von der Zellhaut eingeschlossene weich-feste, farblose, mehr oder minder durchsichtige, mit eigenthümlichen Molecularkräften ausgerüstete Masse, welche aus einem Gemenge verschiedener Eiweisskörper mit wahrscheinlich noch anderen, nicht näher gekannten, stickstoffhaltigen Verbindungen besteht. Es enthält stets Wasser und ist je nach der geringeren oder grösseren Menge desselben bald zäher, selbst starr und brüchig, bald mehr von der Beschaffenheit einer schleimigen Flüssigkeit, ohne jedoch jemals eine eigentliche Flüssigkeit darzustellen. Wo das Plasma körnig oder trübe erscheint, sind es zahlreiche in seiner Substanz erzeugte Fetttröpfchen oder auch wohl Stärkekörnchen, selten Körnchen von kohlensaurem Kalke (Plasmodien einiger Schleimpilze), die diese Trübung verursachen. Kleine Mengen unverbrennlicher (Aschen-) Bestandtheile sind gewöhnlich auch im Protoplasma zu finden.

9. Die Reactionen des Protoplasmas gegen chemische Mittel sind je nach der Wahl der letzteren und der jeweiligen Beschaffenheit des Plasmas selbst sehr verschieden. Durch Einwirkung wasserentziehender Mittel (Alkohol, Glycerin, Zuckerlösung) wird es zum Gerinnen gebracht, so dass es sich unter Verringerung seines Volumens von der Zellwand nach der Mitte der Zelle zurückzieht. Auch Erhitzung wasserreichen Protoplasmas auf 50 bis 60° C. lässt dasselbe gerinnen, während wasserarmes Plasma viel höhere Wärmegrade erträgt, ohne seine Molecularstructur zu ändern. Jodlösung färbt es durch Einlagerung von Jodmolekülen braun, concentrirte Schwefelsäure bei geringem Wassergehalt rosenroth; verdünnte Kalilauge löst dasselbe schneller oder langsamer auf, concentrirte lässt es (scheinbar) lange Zeit unverändert. Wird das Protoplasma namentlich jugendlicher Organe zuerst mit einer Lösung von Kupfervitriol und nach dem Abspülen des Präparates in reinem Wasser mit Kalilauge getränkt, so nimmt es eine violette Färbung an, die stets das sicherste Erkennungszeichen für die Anwesenheit gewisser Eiweisskörper oder Proteïnstoffe im Plasma ist.

Alle diese Reagentien tödten aber auch bei ihrer Einwirkung das Protoplasma, das dann in Folge veränderter molecularer Beschaffenheit ganz andere Eigenschaften zeigt. Während z. B. das lebende Plasma durch Lösungen von Farbstoffen, wie sie beispielsweise im Zellsafte von Blüthen vorkommen, nicht gefärbt wird, nimmt es diese Farbstoffe begierig auf oder lässt dieselben durchtreten, wenn es vorher getödtet wurde.

10. An seiner Aussenfläche oder da, wo es bei umhäuteten Zellen sich der Innenfläche der Zellwand anlegt, zeigt das Protoplasma stets eine dichtere, festere Hüllschicht, die Hautschicht oder den Primordialschlauch. Diese Hautschicht ist frei von den körnigen Bildungen, die das übrige Plasma, die sogenannte Körnerschicht desselben, fast immer auszeichnen. An Masse steht sie der letzteren stets nach; oft ist sie so zart, dass sie erst bei Anwendung von Reagentien, besonders wasserentziehender Mittel, sichtbar wird. Nach aussen ist die Hautschicht scharf abgegrenzt, nach innen geht sie allmählich in die Körnerschicht über. In ihren Reactionen stimmt sie mit dem übrigen Plasma überein; sie ist also wohl dieselbe chemische Verbindung, wie die homogene Grundmasse des körnigen Protoplasmas.

11. Das Protoplasma, welches in jugendlichen Zellen den ganzen Innenraum derselben ausfüllt, vermehrt mit dem Wachsthum der Zelle sein Volumen meistens nicht in dem Maasse, wie die Zelle an Umfang zunimmt. Es bilden sich daher bald im Inneren des Plasmas Hohlräume, in welche von dem Protoplasma ausgeschiedenes Wasser tritt, das aber wohl verschiedene im Plasma befindliche Stoffe gelöst enthält. Dem Beobachter erscheinen diese Hohlräume oder Vacuolen als hellere, scharf umschriebene Flecke (Fig. 1 *d*, *v*). Wahrscheinlich wird auch gegen jede Vacuole hin das Protoplasma durch eine Hautschicht begrenzt.

Die kleineren Vacuolen, welche gewöhnlich zunächst zerstreut im Plasma auftreten, fliessen mit dem Wachsthum der Zelle gewöhnlich bald zu grösseren zusammen. Zuletzt entsteht meistens ein zusammenhängender grösserer Saftraum, der noch von dünnen Plasmafäden oder Plasmabändern durchsetzt werden kann (Fig. 2 A), die sehr oft dann den Zellenkern wie in einem Netze schwebend in der Zelle enthalten; oder auch diese letzteren verschwinden und das gesammte Protoplasma tritt an die Innenfläche der Zellwand zurück, diese wie eine Tapete in dünnerer oder dickerer Schicht auskleidend (Fig. 2 B). Dieser Bewegung folgen auch die dem Plasma eingelagerten Körper: Zellenkern, Chlorophyllkörner (Fig. 2 B) etc. finden sich daher später auch im wandständigen Protoplasma.

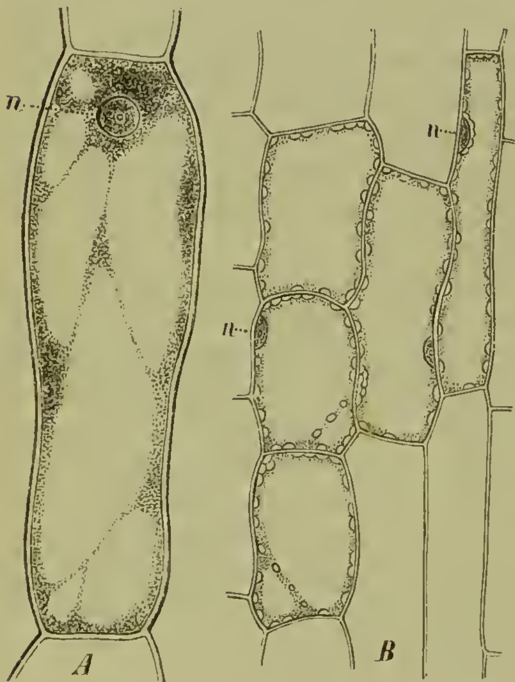
Bei manchen niederen Algen besitzen die Schwärmzellen an ihrem Vorderende eine oder zwei pulsirende oder contractile Vacuolen, d. h. Vacuolen, die in kurzen Zeiträumen mit grosser Regelmässigkeit abwechselnd verschwinden und wieder auftauchen. Veranlasst wird die Erscheinung dadurch, dass das umgebende Plasma die Vacuolenflüssigkeit bald aufnimmt und an deren Stelle tritt, kurz darauf aber dieselbe in eine neu an derselben Stelle auftretende Vacuole wieder ausscheidet.

12. Die Lebensvorgänge im Protoplasma der Zelle sind stets mit Ortsveränderungen (Bewegungen) der kleinsten, leicht verschiebbaren Theile desselben verbunden, die wohl darauf beruhen, dass niemals weder die molecularen noch die chemischen Kräfte des Plasmaleibes ins Gleichgewicht kommen, sondern jede Aenderung in äusseren Einflüssen wie in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Theile eine fortwährende Aenderung auch der Anordnung und damit eine Bewegung derselben herbeiführt. Schon das Zurücktreten des Plasmas zum wandständigen Plasmasack stark wach-

sender Zellen setzt solche Bewegungen voraus, die aber wegen der Langsamkeit, mit der sie vollführt werden, sich dem beobachtenden Auge meist entziehen. Treten dagegen derartige Verschiebungen im Plasmakörper mit grösserer Energie auf, so wird eine Bewegung desselben unmittelbar sichtbar.

Die innerhalb der geschlossenen Zelle stattfindende Plasmaströmung lässt sich auf zwei wenn auch nicht scharf geschiedene Arten der Bewegung zurückführen. Bewegt sich die gesammte Masse des Plasmas innerhalb eines breiten, in sich selbst zurückkehrenden, die ganze Wandfläche einnehmenden Stromes, so sprechen wir von Rotation des Protoplasmas (Fig. 2 B). Dieselbe findet sich sehr schön in den Blattzellen von Vallisneria und Elodea, in den Wurzelhaaren von Hydrocharis u. s. w. Stellen dagegen viele durch den Saftraum der Zelle gespannte, einfache oder verästelte Plasmafäden, sowie Leisten des wandständigen Protoplasmas eben so viele Strombahnen dar, in denen die Bewegung des Plasmas nach verschiedenen, gewöhnlich vom Zellkern ausstrahlenden Richtungen hin stattfindet, so haben wir die in vielen Haarzellen (Tradescantia — Fig. 2 A —, Urtica u. s. w.) auftretende Circulation, welche in Folge des Verschwindens alter und Auftretens neuer Stränge in stetem Wechsel begriffen ist. In beiden Fällen schliessen wir aus der Ortsveränderung der dem Plasma eingebetteten Körper (Chlorophyllkörner — Fig. 2B, Fetttröpfchen — Fig. 2 A) auf die Bewegung der Grundmasse des Protoplasmas. Auch der oft scheinbar ruhende Zellkern wird stets von der Strömung in der Zelle herumgeführt.

Fig. 2.



13. Nackte, frei lebende Zellen zeigen oft eigenthümliche Bewegungserscheinungen. Bei den beweglichen Schwärmzellen (Myxamöben) der Schleimpilze oder Myxomyceten bestehen diese in einem fortwährenden Ausstrahlen und wieder Einziehen fadenartiger Lappen (Scheinfüsse, Pseudopodien) des Plasmakörpers, wodurch nicht allein die Gestalt desselben stetig verändert wird (Fig. 3), sondern derselbe auch auf seiner Unterlage fortkriecht. Treten

---

Fig. 2. Zelle aus einem Staubfadenhaare der Tradescantia virginica (Vergr. 300). B. Einige Zellen aus dem Blatte von Elodea canadensis (Vergr. 240). *n* Zellkern. Die hellen Körper im wandständigen Plasma von Elodea sind Chlorophyllkörner.

während des Entwickelungsganges derartiger Schleimpilze zahlreiche Myxamöben zu grösseren, meist plattenartigen Plasmamassen oder Plasmodien zusammen, so setzen diese die als amöbenartige Bewegung bezeichnete Gestaltveränderung ihres Körpers fort, zu der gewöhnlich noch eine Strömung einzelner Plasmastränge im Körperinneren tritt.

Die Schwärmzellen von Algen und Pilzen und die Spermatozoiden der meisten Kryptogamen besitzen an bestimmten Stellen ihres hautlosen Plasmakörpers feine Plasmafäden (Cilien oder Wimpern), welche eine fadenförmige Ausstrahlung der Hautschicht desselben sind. Vermöge eigenthümlicher, sehr rasch erfolgender Ortsveränderungen des Plasmas in diesen Wimpern werden dieselben schraubenartig verkürzt und wieder gestreckt, durch die in Folge davon eintretende lebhafte Schwingung der Wimpern aber die ganze Zelle unter Drehung um ihre Längsachse im Wasser vorwärts bewegt.

14. Die sichtbaren Bewegungen des Plasmas sind von manchen äusseren Einflüssen abhängig. Sie finden nur bei gewissen Wärmegraden in der Weise statt, dass Erniedrigung der Temperatur, sowie Erhöhung derselben über gewisse Grade hinaus die Strömung vorübergehend aufhebt, wenn die Einwirkung nur kurze Zeit dauert, für immer und gleichzeitig das Protoplasma tödtend bei länger dauernder Wirkung. Für Nitella syncarpa (Armleuchtergewächse) liegt die untere Grenze bei 0°, die obere bei 37° C., während in den Haaren des Kürbis die Strömung innerhalb der Grenzen von 10 bis 11° und 49—50,5° C. Lufttemperatur stattfindet, in Wasser von 47—48° C. dagegen bereits binnen einer Minute aufhört.

Fig. 3.



Schwache und constante elektrische Strömungen bewirken in der Plasmabewegung keine wesentlichen sichtbaren Aenderungen, falls sie nicht zu lange andauern; stärkere jedoch, sowie kräftigere Inductionsschläge haben eine vorübergehende Störung, oder bei längerer oder stärkerer Einwirkung endlich Tödtung des Protoplasmas überhaupt zur Folge. Die dabei hervortretenden Veränderungen und Erscheinungen sind denen bei Wärmeeinwirkungen ähnlich. — Vorübergehender schwächerer Druck lässt die Strömung für eine Zeit lang stillstehen, Mangel an Sauerstoff dieselbe ganz aufhören.

Auch das Licht übt einen bestimmten Einfluss auf die lebhafteren Bewegungen des Protoplasmas aus. Bei stärkerer einseitiger Beleuchtung sammelt sich das Plasma (und die in ihm enthaltenen Chlorophyllkörner) vorwiegend an den stärker beleuchteten Stellen der Zellwand an. Mit eintretender Dunkelheit wandert bei Moosblättern und Vorkeimen von Farnen das Plasma mit dem Chlorophyll an die Seitenwände der Zellen, und tritt mit beginnender Beleuchtung wieder an die freien Ober- und Unterflächen derselben. Die Plasmodien (§ 13) gewisser Schleimpilze kriechen im Finstern an die Oberfläche ihres Substrates, im Lichte dagegen in dasselbe zurück. —

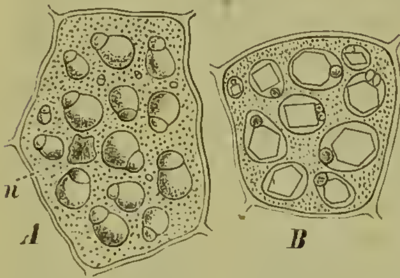
Fig. 3. Junge Schwärmzellen (Myxamöben) von Dictyostelium mucoroides (Vergr. 200) am Tage nach der Keimung der Sporen. Nach Brefeld.

Die stark brechbaren Strahlen (blaue, violette) des Lichtes haben dabei alleinigen Einfluss auf derartige Bewegungen; die minder brechbaren (gelben und rothen) Strahlen wirken wie Dunkelheit.

15. Oft nehmen bestimmte Theile des Protoplasmas krystallähnliche Formen von Würfeln, Tetraëdern, Octaëdern u. s. w. an. Man bezeichnet dieselben dann als Krystalloide. Mit dem gewöhnlichen Plasma stimmen dieselben in allen Reactionen überein. Von echten Krystallen anorganischer Körper (z. B. dem in der Zelle oft vorkommenden oxalsauren Kalke) unterscheiden sie sich durch ihre Quellbarkeit in verschiedenen Lösungen (z. B. Kalilauge), wobei ihre Winkel verändert werden. Am häufigsten finden sich Krystalloide in den Knollen der Kartoffel und in fetthaltigen Samen, dann in den Zellen der Schuppenwurz (Lathraea), in rothen Meeresalgen u. s. w. (§ 16); in manchen Blumenblättern (Viola tricolor, Orchis) und Früchten sind sie durch Farbstoffe gefärbt.

16. In den Zellen vieler fettreichen Samen, z. B. denen von Ricinus, der Paranuss etc., findet man in einer aus Fett mit geringeren Mengen von Eiweissstoffen bestehenden Grundmasse rundliche oder polyëdrische Körper, welche oft Stärkekörnern ähnlich sind: die Aleuron- oder Proteïnkörner (Fig. 4). Dieselben bestehen aus Eiweisskörpern (Proteïnstoffen), die entweder eine homogene Masse bilden, oder von denen ein Theil die Gestalt eines Krystalloides zeigt, welches als Einschluss im Aleuronkorne liegt (Fig. 4 B). Ausserdem finden sich als weitere Einschlüsse in fast jedem Aleuronkorne noch Globoide, d. h. rundliche oder traubenförmige Körner, die aus einer Verbindung von Magnesia oder Kalk mit einer gepaarten Phosphorsäure bestehen (Fig. 4 B, die dunklen Körper); seltener sind Einzelkrystalle oder Drusen von oxalsaurem Kalke.

Fig. 4.



Die krystalloidfreien Aleuronkörner sind in Wasser vollständig oder theilweise oder gar nicht (Cynoglossum) löslich, so dass zum Zwecke der Beobachtung die Zellen in concentrirtes Glycerin, sublimathaltigen Alkohol etc. gelegt werden müssen, die von der Substanz des Aleuronkornes nichts lösen. Sie lösen sich dagegen stets sofort bei Zusatz einer sehr geringen Menge Kali unter Zurücklassung eines das Korn umgebenden Häutchens. Eingeschlossene Krystalloide werden in Wasser nicht, von verdünntem Kali aber wie das Aleuronkorn selbst gelöst. Die Globoide lösen sich in allen unorganischen Säuren, in Essigsäure u. s. w., aber nicht in Kalilauge. Nach Lösung der Proteïnkörner und ihrer Einschlüsse, sowie nach Entfernung des Fettes aus dem übrigen Zellinhalte, bleibt dann die Grundmasse des letzteren als ein aus Eiweissstoffen bestehendes Netzwerk in der Zelle zurück,

---

Fig. 4. Zwei Zellen aus dem Sameneiweiss von Ricinus communis (Vergr. 400) nach Pfeffer. A in Oel liegend. B nach Behandlung mit sublimathaltigem Alkohol in Wasser. *n* Zellkern.

in dem die früher anwesenden Aleuronkörner durch eben so viele Hohlräume angedeutet sind.

17. Die Bildung der Aleuronkörner im Samen erfolgt erst, wenn dieser der Reife nahe ist und auszutrocknen beginnt. Krystalloide, Globoide und Krystalle treten dagegen schon früher in dem trüben Inhalte der Zelle auf und werden später von der aus letzterem sich ausscheidenden amorphen Grundmasse des Aleuronkornes umhüllt. War vorher Stärke in der Zelle anwesend, so wird diese vor dem Erscheinen der Aleuronkörner ganz oder theilweise in Fett umgewandelt. Durch Wasserverlust wird schliesslich der übrige Zelleninhalt geklärt.

Bei der Keimung des Samens werden die Proteïnkörner wieder gelöst und mit dem übrigen Zellinhalte gemischt, so dass eine ähnliche trübe Masse entsteht, wie sie vor Bildung der Aleuronkörner in der Zelle vorhanden war. Auch die Globoide und Krystalloide lösen sich, letztere sehr bald, erstere gewöhnlich später, während eingeschlossen gewesener oxalsaurer Kalk ungelöst zurückbleibt.

2. Der Zellkern.

18. Der Zellkern (Nucleus, Cytoblast) fehlt den Zellen mancher niederen Pflanzen, ist aber bei den meisten Gewächsen ein beständiger Bestandtheil des Zellinhaltes, der namentlich zur Zellenbildung und Zelltheilung (§ 60—66) in bestimmter Beziehung steht. In seinem chemischen Verhalten stimmt der Zellkern in jeder Hinsicht mit dem Protoplasma überein; er ist ein differenzirter Theil desselben, von meistens annähernd kugeliger oder dick-linsenförmiger Gestalt. An seiner Aussenfläche ist er, wie das übrige Plasma, von einer Hautschicht umgeben; ferner enthält er meistens noch ein oder zwei scharf umschriebene, rundliche Plasmakörnchen, die Kernkörperchen (Nucleoli — Fig. 1), sowie häufig Vacuolen, die ihm sogar ein schaumiges Aussehen ertheilen können.

Der lebensfähige Zellkern, der gegen äussere Einflüsse noch empfindlicher ist, als das übrige Protoplasma, ist dem letzteren stets eingebettet. Er folgt den Bewegungen desselben, wenn es sich an die Wand zurückzieht, und wird ebenfalls wandständig oder bleibt in einem Netzwerk von Plasmasträngen aufgehängt (§ 11). Vom strömenden Plasma scheinbar passiv mit fortgeführt, ändert der Kern seine Gestalt während seiner Wanderung durch die Zelle, indem er eine meistens in der jedesmaligen Wegrichtung gestreckte, unregelmässig-längliche Form zeigt.

3. Die Zellhaut.

19. Die Zellhaut (Zellmembran, Cellulosemembran) erscheint bei jugendlichen Zellen als ein zartes, elastisches, glashelles, farbloses Häutchen von oft unmessbarer Dicke, ohne alle sichtbare Oeffnungen, aber für Flüssigkeiten, wie Gase, dennoch durchdringbar (permeabel). Sie besteht in diesem Alter aus reiner Cellulose (Kohlehydrat von der Formel $\text{Ꞓ}_6H_{10}\text{Ꝋ}_5$) mit dem nöthigen Wasser (Organisationswasser). Mit dem Aelterwerden der Zelle ändert sich jedoch dieser Charakter meistens bedeutend. Die Zellhaut wächst in der Richtung der Fläche, wie der Dicke; Einlagerung fremdartiger

Substanzen und ungleiche Vertheilung des Wassers rufen chemische und physikalische Aenderungen hervor, welche der Membran und mit ihr der Zelle gewöhnlich ein ganz anderes Aussehen ertheilen.

20. Das Flächenwachsthum der Membran hat eine Vergrösserung der Zelle zur Folge, bei welcher entweder die Form der letzteren im Wesentlichen dieselbe bleibt, oder aber die Gestalt der Zelle mehr oder weniger verändert wird. Ersterer Fall tritt dann ein, wenn das Flächenwachsthum ein allgemeines ist, d. h. kein Punkt der Zellhaut durch Einlagerung neuen Zellstoffes bevorzugt wird, sondern diese an allen Stellen derselben nahezu gleichmässig erfolgt. Im Allgemeinen ist diese Art des Flächenwachsthums die seltenere; sie findet sich vorzüglich nur bei freiliegenden Zellen, wie manchen Pollenkörnern und Sporen.

Meistens findet an einzelnen Stellen des Zellenumfanges stärkeres Flächenwachsthum der Membran statt, als an dazwischenliegenden, wo dasselbe entweder nur langsam erfolgt, oder später gar vollständig erlischt: locales Flächenwachsthum. Je nachdem mehr oder weniger Punkte der Zellhaut auf solche Weise bevorzugt werden und das Wachsthum an den einzelnen Stellen längere oder kürzere Zeit dauert, wird die Gestalt der Zelle zu regelmässigen oder unregelmässigen Formen in höherem oder geringerem Grade geändert (vgl. Fig. 5 in § 23 und Fig. 10, § 56), wie dies die Gewebe jeder höher organisirten Pflanze in mannigfaltiger Weise zeigen. Dabei können zwei Fälle eines solchen localisirten Flächenwachsthums unterschieden werden: intercalares und Spitzen-Wachsthum.

21. Intercalares Flächenwachsthum findet dann statt, wenn die Einlagerung neuen Zellstoffes nur innerhalb einer gürtelförmigen Zone der Zellwand erfolgt, so dass zwischen ältere, nicht wachsende Zonen derselben ein neues Membranstück eingeschoben wird. Den eigenthümlichsten derartigen Fall zeigen die Zelltheilungen der Algengattung Oedogonium (§ 67, Fig. 14). Die Gestalt der Zelle bleibt in diesem Falle wesentlich unverändert.

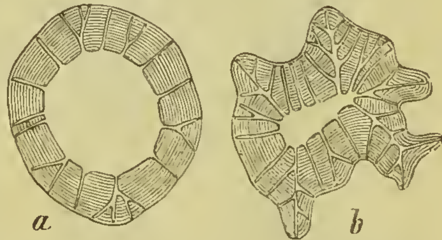
Geschieht dagegen die Einlagerung neuer Cellulosemoleküle an einer oder an einzelnen kreisförmig umschriebenen Stellen der Membran am stärksten, um von hier aus radienförmig allmählich abzunehmen und endlich aufzuhören, so redet man von Spitzenwachsthum. Bei einzelligen Fadenalgen (Vaucheria) und Haaren sind es die Enden der Zweige, bei vielzelligen Fadenalgen, Fadenpilzen und Haaren die Endzellen der Aeste, die an ihren meist kuppelförmig gewölbten Enden solches Spitzenwachsthum am instructivsten zeigen. Durch Auftreten neuer Punkte mit Spitzenwachsthum werden durch Vorstülpung der Zellhaut in derartigen Fällen neue Verzweigungen der Zelle, respective des Zellenfadens erzeugt. — Doch auch bei höheren Pflanzen zeigen Zellen der verschiedensten Gewebe ein solches Spitzenwachsthum. Die Oberhautzellen mancher Organe (Blumenblätter) erheben sich oft in dieser Weise zu Papillen. Holz- und Bastzellen des Stengels erhalten in Folge dessen ihre Zuspitzung und letztere die bei manchen Pflanzen häufig zu beobachtenden Verzweigungen, die auch bei Steinzellen (Fig. 5 *b* in § 23) nicht selten sind. Die sternförmigen Zellen des Markes mancher Pflanzen (Juncus etc. — vgl. auch Fig. 10 *a* in § 56)

erklären sich durch Auftreten von Spitzenwachsthum an mehreren Stellen des Zellenumfanges und ebenso muss die Entstehung der Thyllen in den Gefässen mancher Holzgewächse (§ 97a), die Form der wellig gebuchteten Oberhautzellen (Fig. 17 *g*), etc. etc. auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden.

22. Das Dickenwachsthum der Zellwand kann ebenfalls in ein allgemeines und locales, letzteres dann als centripetales und centrifugales unterschieden werden. Die verschiedenen Erscheinungen desselben gehen entweder mit dem Flächenwachsthum der Membran gleichzeitig vor sich, oder das Dickenwachsthum erfolgt erst, wenn ersteres bereits erloschen ist.

Allgemeines Dickenwachsthum der Zellhaut lässt diese gleichmässig oder doch nahezu gleichmässig im Querdurchmesser zunehmen, wobei entweder die Weite der Zellhöhlung dieselbe bleibt, wenn ein gleichzeitiges entsprechendes Flächenwachsthum stattfindet, oder aber das Lumen der Zelle mehr oder weniger, oft bis zum fast völligen Verschwinden desselben, verengert wird, wenn das Dickenwachsthum der Membran die Flächenvergrösserung derselben (das Wachsthum der Zelle) bedeutend überwiegt. In den allermeisten Fällen findet ein solches gleichmässiges Dickenwachsthum nur in der frühesten Jugend der Zelle statt. Später werden einzelne Stellen der Membran durch stärkere Einlagerung von Cellulose bevorzugt: das Dickenwachsthum wird localisirt.

Fig. 5.



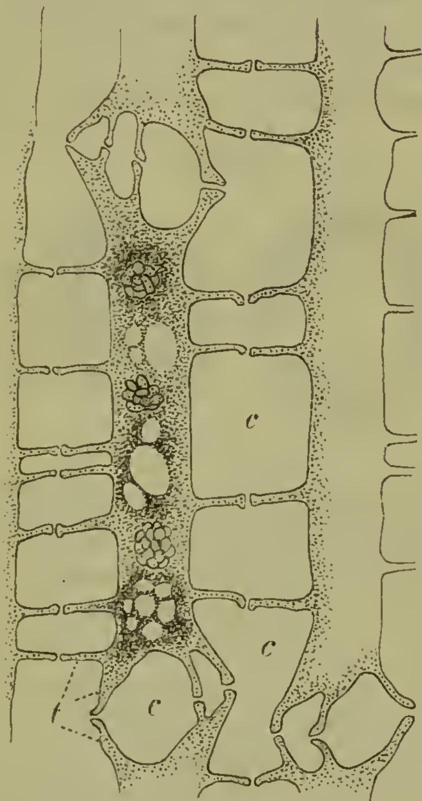
23. Oft werden nur Stellen geringen Umfanges vom localen centripetalen Dickenwachsthum der Zellhaut ausgeschlossen. Diese sind dann als dünnere Stellen derselben durch andere Lichtbrechung ausgezeichnet: sie erscheinen als hellere, meist röthlich aussehende Fleckchen oder Tüpfel, die entweder unregelmässig über die Membran verstreut liegen (Fig. 7, *f*), oder sich in Spirallinien ordnen (Fig. 7, *g*). Ihrer Gestalt nach sind die Tüpfel entweder kreisförmig oder nahezu so, oval (Fig. 7, *f*, *g*), oder namentlich bei spiralig angeordneten oft spaltenförmig gestreckt. Spaltenförmige Tüpfel nehmen bei im Querschnitte polygonalen Zellen oft die ganze Wandbreite ein. Sind sie in diesem Falle dicht übereinander gestellt, so dass die verdickten Stellen der Zellwand wie Querleisten zwischen ihnen erscheinen, so ist die Verdickung eine leiter- oder treppenförmige (Treppengefässe, besonders bei Farnen — Fig. 7, *e*). Bei starker Verdickung der Zellwand bleiben die einmal vom Dickenwachsthum ausgeschlossenen Stellen derselben auch später von diesem frei. In der Wand erscheinen dann engere oder weitere, einfache oder verästelte Tüpfelcanäle (Fig. 5). Da an den entsprechenden Stellen der Scheidewand be-

Fig. 5. Steinzellen aus dem Fruchtfleische von Olea undulata (Vergr. 240); *a* regelmässige, *b* durch locales Flächenwachsthum unregelmässig gewordene Zelle, bei beiden die geschichtete Membran von einfachen und verästelten Tüpfelkanälen durchsetzt.

nachbarter Zellen die Tüpfelbildung in gleichem Sinne erfolgt, so stehen Tüpfel wie Tüpfelcanäle hier stets einander gegenüber (Fig. 6, *t*). Für sehr dickwandige, noch lebende Zellen ist für den Austausch des Baumateriales diese Stellung der Tüpfelcanäle gewiss die vortheilhafteste, da durch die dünnen Stellen der Wand die Diffusionsvorgänge leichter und rascher stattfinden müssen, als durch die stärkeren. Wir finden daher z. B. den Plasmainhalt der Zelle auch in den Tüpfelcanälen (Fig. 6).

Bei stärkerem Dickenwachsthum wird oft der Tüpfelcanal nach dem Innenraume der Zelle zu erweitert oder (in den meisten Fällen) verengt und durch die vorspringenden Verdickungsmassen überwölbt. Es erscheint dann bei gewisser Einstellung des Mikroskopes der Tüpfel als aus zwei concentrischen Tüpfeln gebildet (Fig. 7, *g*, *h*), von denen der eine der Aussen-, der andere der Innenmündung des dann kurzen Tüpfelcanales entspricht: **gehöfte Tüpfel**. Innen- und Aussenmündung können dabei gleich (Fig. 7, *h*) oder ungleich gestaltet (Fig. 7, *g*) sein. Aenderung der Wachsthumsrichtung während der Bildung spaltenförmiger Tüpfel lässt diese als zwei gekreuzte Spalten erscheinen (so bei manchen Holzzellen).

Fig. 6.



24. Wird in einem späteren Alter der Zellwand die dünne Tüpfelmembran gelöst (resorbirt), so tritt zwischen den benachbarten Zellen freie Communication durch **Porencanäle** ein. Die Durchbrechung der Gefäss-Scheidewände, namentlich die leiterförmige (§ 97a), sowie zum Theil die sogenannten Doppeltüpfel der Nadelhölzer bieten dafür unter vielen anderen charakteristische Beispiele. Letztere sind gehöfte Tüpfel auf den Radialwänden der Holzzellen (Fig. 7, *h*), bei denen während des Verlaufes der Tüpfelbildung die Tüpfelmembran halblinsenförmig überwölbt wird, so dass an den entsprechenden Stellen der Längsscheidewand zweier Holzzellen ein linsenförmiger Hohlraum durch eine zarte Membran in zwei gleichgestaltete Fächer getrennt erscheint (Fig. 7, *k*). In den meisten Holzzellen bleibt (wie Filtrationsversuche mit äusserst fein vertheiltem Zinnober durch Scheiben von Tannenholz zeigen)

Fig. 6. Längsschnitt aus dem Sameneiweiss der Elfenbeinnuss, Phytelephas macrocarpa (Vergr. 240). *c* die verdickte Zellwand, deren Umriss gegen die benachbarten Zellen durch eine die Enden der Tüpfelcanäle (*t*) verbindende Linie erlangt wird. Nur in einer Zelle wurde der Inhalt vollständig wiedergegeben.

diese Tüpfelmembran auch später erhalten; in den äussersten Zellen des dichteren Herbstholzes dagegen scheint sie zu verschwinden, so dass die beiden Tüpfelräume zu einem einzigen linsenförmigen Hohlraume vereinigt werden (Fig. 7, *i*).

25. Häufig erfolgt auch locale Verdickung der Zellwand im Verlaufe ringförmig, spiralig oder netzförmig geordneter Streifen derselben, so dass die verdickten Partieen als Ring-, Spiral- oder Netzleisten in das Innere der Zelle vorragen (Fig. 7, *a*—*d*). Oft werden diese bereits innerhalb der Pflanze durch Zerstörung der dünneren Wandstellen frei, oder sie lassen sich, wie die Spiralfasern vieler Zellen, mit Leichtigkeit als Schraubenbänder ablösen (Fig. 7, *c*), oder es geschieht dies in gewissen Entwickelungsstadien eines Organes freiwillig (z. B. beim Ausfallen der reifen Samen von Magnolia). Alle beschriebenen Membranverdickungen treten bald für sich

Fig. 7.

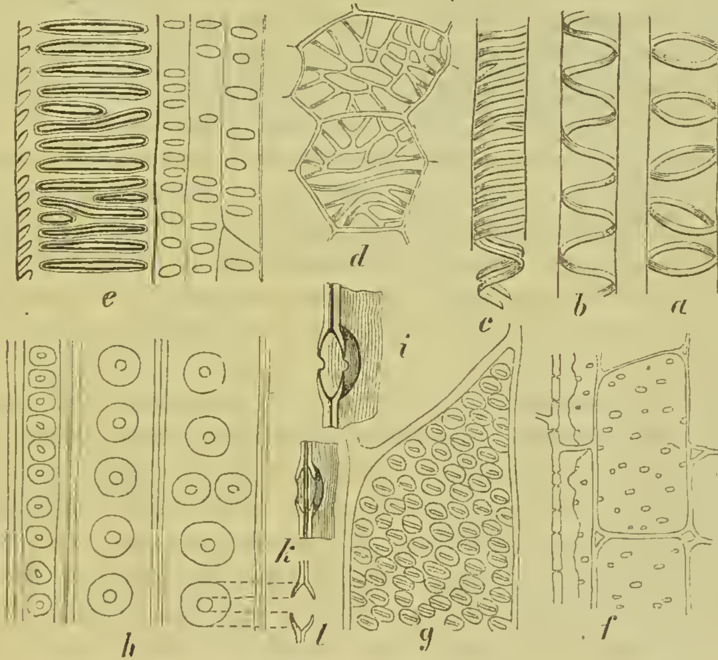


Fig. 7. *a* Stück eines Ringgefässes. *b* Stück eines Spiralgefässes mit einfacher, weitgewundener Spiralfaser. *c* Stück eines Spiralgefässes mit enggewundener, stellenweise verzweigter und doppelt verlaufender Spiralfaser. *d* Zwei Glieder eines Netzgefässes aus dem Stengelknoten der Garten-Balsamine. *e* Stücke von zwei getüpfelten Gefässen aus dem Blattstiele von Alsophila australis, das links gelegene mit leiterförmiger Verdickung. *f* Einfach getüpfelte Zellen aus dem Marke der Doldenstiele von Myrrhis odorata; links sind zwei Zellen angeschnitten und die kurzen Tüpfelkanäle im Durchschnitt zu sehen. *g* Stück eines Gefässes von Sassafras officinalis mit gehöften Tüpfeln. *h* Stücke von engeren und weiteren Holzzellen der Kiefer mit gehöften (Doppel-) Tüpfeln; *i* ein solcher halbirt im älteren, *k* im jüngeren Zustande halb von der Seite, *l* ein fertiger durchbrochener Tüpfel im Tangentialschnitt gesehen. (Vergr. der Fig. *a*—*h* = 240.)

allein, bald zu mehreren gleichzeitig auf der Zellwand auf. Die Holzzellen der Linde zeigen oft Tüpfel und Spiralfasern zugleich; ebenso ist dieses beim Taxus regelmässig der Fall. Auch Ring- und Spiralverdickungen etc. können in einer Zelle neben einander vorhanden sein.

Seltener sind bei localem centripetalem Dickenwachsthum eng umschriebene zapfen- oder höckerartige Vorsprünge auf der Innenfläche der Zellhaut, während diese selbst an den meisten Stellen unverdickt bleibt (Wurzelhaare von Marchantia), oder gestielte trauben-, spindel- und keulenförmige, seltener hufeisenförmige oder unregelmässige Körper (Cystolithen § 35), wie sie im Blattgewebe der Moreen (Ficus elastica) und im Rindengewebe der Acanthaceen häufig vorkommen, oder endlich einfache oder verzweigte Zellstofffäden und Balken, welche die Zellhöhlung nach verschiedenen Richtungen quer durchsetzen und beiderseits mit der Membran in Verbindung stehen (Caulerpa, Mark von Kerria, Ricinus u. s. w.).

26. Locales centrifugales Dickenwachsthum pflanzlicher Membranen findet nur bei frei vegetirenden einzelligen Organismen (einzellige Algen) oder bei Zellen statt, welche frei liegen und mit der Luft oder mit Wasser in Berührung stehen, oder an innere Hohlräume des Pflanzengewebes grenzen. Die Verdickungen können hier auf der Aussenfläche der Membran in Form mannigfaltig gestalteter Warzen, Stacheln, Leisten, Kämme u. s. w. auftreten (Blüthenstaub, Sporen, Cuticularleisten der Oberhautzellen etc.). In den Intercellularräumen vieler Farnkräuter spannen sich derartige Verdickungen oft wie zarte Fäden zwischen den gegenüberstehenden Zellwänden aus.

27. Dass die Substanz der Zellhaut (die Cellulose) von dem Protoplasma ausgeschieden wird, beweist die Umhüllung nackter oder Primordialzellen (z. B. der Schwärmzellen von Algen) mit einer Cellulosemembran. In welcher Form aber die Cellulose vor ihrer Ausscheidung im Plasma enthalten ist, ist unbekannt. Auch die für das Flächen- und Dickenwachsthum nöthige Cellulose ist ein Product des lebenden Protoplasmas, das wohl in der gesammten Masse desselben zur Bildung gelangen kann, auch wenn es später nur an bestimmten Punkten der Membran abgesetzt wird. Die Zellwand kann daher auch nur so lange wachsen, als sie überhaupt mit dem Protoplasma in inniger Berührung steht. Die Annahme aber, als ob die Abscheidung der Cellulose beim Dickenwachsthum der Zellhaut so erfolge, dass aus dem Plasma neue Zellhautschichten auf die Innenfläche der bereits vorhandenen Membran, etwa wie Schlammmassen aus thonigen Gewässern, niedergeschlagen werden (eine ältere, auch für das Wachsthum der Stärkekörner verwendete Ansicht — § 46), ist unstatthaft. Vielmehr erfolgt das Dicken- wie Flächenwachsthum aller Membranen nur durch Einlagerung (Intussusception) neuer Cellulosemoleküle in die Molecularinterstitien der bereits vorhandenen. Je nachdem diese Einlagerung vorzüglich in der Richtung der Fläche oder der Dicke stattfindet, herrscht entweder Flächen- oder Dickenwachsthum vor.

28. Die Annahme der Zusammensetzung der Zellhaut und ähnlich organisirter Körper (z. B. der Stärkekörner) aus krystallinischen, doppeltlichtbrechenden, optisch-zweiaxigen Molekülen ergiebt sich mit Sicherheit

schon aus dem Verhalten der Zellmembranen gegen polarisirtes Licht (Demonstrationsobjecte: Holzzellen von Coniferen, dickwandige Zellen der Elfenbeinnuss etc., — vgl. auch § 35). Jedes Molekül denken wir uns wieder aus Atomen zusammengesetzt und für Wasser nicht durchdringbar, aber von einer Wasserhülle (Imbibitionswasser) umgeben, die sich durch Zutritt neuen Wassers vergrössern, durch Verdunstung desselben verkleinern kann. Gänzlicher Wasserverlust würde vollständiges Aneinanderrücken der Moleküle zur Folge haben, die daher, da Vorhandensein von Luft zwischen ihnen wegen bleibender Durchsichtigkeit der Membran ausgeschlossen ist, genau ineinander greifen müssen. Wasseraufnahme wird die Moleküle von einander entfernen. Bei Annahme gleich dicker Wasserhüllen für sämmtliche Zellstoffmoleküle wird ferner mit Zunahme der Grösse des einzelnen Moleküls die Masse an fester Substanz, mithin die Dichtigkeit der Membran zunehmen.

Bei der Einlagerung neuen, vom Plasma gebildeten Zellstoffes in die Membran können nun die bereits vorhandenen Cellulosemoleküle derselben durch Auflagerung (Apposition) neuer Zellstoffatome vergrössert und damit Flächen- wie Dickenzunahme der Membran bewirkt werden. Wahrscheinlicher jedoch ist es, dass in den Zwischenräumen der Moleküle aus der eingedrungenen Ernährungsflüssigkeit sich neue Zellstoffmoleküle bilden, welche wachsend die vorhandenen älteren Moleküle auseinander drängen und somit das Volumen der Zellhaut vergrössern, oder dass beide Vorgänge gleichzeitig an verschiedenen Punkten stattfinden.

29. Mit dem Wachsthum der Zellhaut durch Intussusception gehen andere Erscheinungen im späteren Bau derselben Hand in Hand. Zunächst finden wir (namentlich bei stärkerem Dickenwachsthum) die Membran gewöhnlich aus concentrisch gelagerten Schichten oder Lamellen verschiedener Lichtbrechungsfähigkeit zusammengesetzt, d. h. aus abwechselnd stärker und schwächer lichtbrechenden Zellstofflagen gebildet: Schichtung der Zellhaut (Fig. 5, S. 11). Die stärker lichtbrechenden Lamellen sind reicher an Zellstoff, ärmer an Wasser, also dichter, als die weniger stark das Licht brechenden, welche mehr Wasser und weniger Zellstoff führen. Je wasserreicher eine solche Lamelle ist, um so dicker sind die Wasserhüllen, um so kleiner die Moleküle fester Substanz. Die innerste Lamelle der Zellhaut ist dabei stets eine dichte Schicht, was allein schon die Annahme eines Dickenwachsthums durch Apposition unmöglich macht. Wasserzuführung wie Wasserentziehung ändern den Schichtenwechsel bis zum völligen Verschwinden dadurch, dass die wasserarmen Lamellen in einem Falle durch stärkere Wassereinlagerung, d. h. durch Vergrösserung der Wasserhüllen der Moleküle, wasserreicher, im anderen Falle die wasserreicheren Schichten durch Verkleinerung der einzelnen Wasserhüllen wasserärmer werden, mithin im Grade der Lichtbrechung in beiden Fällen eine Annäherung der Schichten stattfindet.

30. Auf gleichen Erscheinungen, wie die Schichtung, beruht auch die Streifung der Membran, nur dass hier die wasserarmen und wasserreichen Stellen der Zellhaut nicht in concentrischer Lagerung, sondern in der Richtung der Fläche in ring- oder spiralförmiger Anordnung auftreten. Die Holz- und Bastzellen verschiedener Pflanzen (Nadelhölzer — bei denen

die Streifung der Holzzellen durch Austrocknen derselben noch deutlicher in Folge des Einsinkens der weichen Partieen hervortritt — Apocyneen etc.) bieten hierfür schöne Beispiele. Die durch die ganze Dicke der Zellwand gehenden Streifen sind gewöhnlich in zwei sich kreuzenden Systemen vorhanden, wodurch in Folge der Kreuzung wasserarmer Streifen Partieen grösster, durch Kreuzung wasserreicher Streifen solche geringster, endlich durch Kreuzung wasserarmer und wasserreicher Streifen Stellen mittlerer Dichtigkeit entstehen. Nehmen wir zur Streifung der Membran noch die gleichzeitige Schichtung derselben, so werden durch letztere die einzelnen prismatischen Stücke der Zellhaut in hinter einander gelegene, dichtere und weniger dichte Abtheilungen gegliedert (Gallerthüllen der Macrosporen von Marsilia und Pilularia). Die Vermehrung der Schichtung und Streifung beruht auf Bildung wasserreicher Substanz in Mitten der dichten Partieen, also auf Spaltung je einer dichten Lamelle in zwei dichte durch Einlagerung einer weniger dichten.

31. Auch die Quellung der Zellhaut ist auf Einlagerung von Wasser in gewisse oder alle Schichten derselben zurückzuführen. Sie kann so erfolgen, dass die Molecularstructur der Membran dabei wesentlich nicht verändert wird, die letztere daher nach Entfernung des Quellungsmittels ihr früheres Volumen wieder annimmt: Quellung in reinem oder schwach angesäuertem oder alkalischem Wasser. Oder aber es wirkt das Quellungsmittel (stärkere Säuren und Alkalien, Kupferoxyd-Ammoniak) so, dass (vielleicht in Folge der Zertrümmerung der Moleküle) die gequollene Membran nach Auswaschen in reinem Wasser sich nicht wieder auf ihr früheres Volumen zusammenzieht oder gänzlich gelöst wird. Sehr schön tritt die Quellung bei verschleimten oder sogenannten Gallertmembranen auf Zusatz von Wasser hervor. Die Oberhautzellen von Quitten- und Leinsamen, die gleichen Zellen an den Samen von Plantago Psyllium, Collomia grandiflora etc. etc., die Zellhäute der Fucaceen, mancher einzelligen Algen (Gloeocystis, Gloeocapsa) u. s. w. bieten hierfür Beispiele. In den ersteren Fällen werden durch die stark quellenden inneren Schleimschichten der Membran die äussern nicht quellungsfähigen Lamellen derselben sogar mit grosser Kraft gesprengt. Trocken zeigen derartige Membranschichten mehr oder weniger hornartige Beschaffenheit; gequollen verringert sich die Cohäsion derselben bis zum Aufhören der Membranstructur um so mehr, je grösser die Wassereinlagerung ist.

32. Die jugendliche Zellmembran besteht, wie bereits in § 19 erwähnt wurde, aus reiner Cellulose. Sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure oder mit Chlorzinkjod-Lösung blau und löst sich in concentrirter Schwefelsäure und in Kupferoxydammoniak. Jod allein bewirkt keine oder gelbe oder bräunliche Färbung, dagegen bei den Sporenschläuchen der Flechten, den Zellwänden der Samenlappen von Tamarindus indica etc. (sogenannte Stärkemembranen) für sich allein schon Blaufärbung (wahrscheinlich in Folge der Bildung von Jodwasserstoffsäure, die auch bei anderen Membranen die Bläuung allein hervorzurufen scheint). Die Zellmembranen der meisten Pilze werden durch Jod und Schwefelsäure nicht gefärbt (sogenannte Pilzcellulose).

Mit dem Alter der Membran, besonders bei beginnendem stärkeren Dickenwachsthum, treten aber in derselben häufig Veränderungen auf, welche durch Einlagerung fremder (organischer und anorganischer) Stoffe bedingt werden, die den physikalischen wie chemischen Charakter der Zellhaut wesentlich beeinflussen. Da in den meisten Fällen nur gewisse äussere oder innere Partieen der Membran von solchen Einlagerungen betroffen werden, so veranlassen diese eine ähnliche Schichtung der Zellhaut, wie die ungleiche Vertheilung des Wassers: sie führen zur Bildung concentrisch gelagerter Schalen verschiedenen physikalischen und chemischen Charakters und ungleicher Lichtbrechung, die in mannigfacher Abwechselung in den verschiedensten Geweben auftreten, sich aber auf drei Grundformen zurückführen lassen.

33. Einmal werden gewisse Zellhautschichten in eine dehnbare, elastische, von Wasser nicht oder schwer durchdringbare, nicht quellende Substanz umgewandelt: Cuticularisirung oder Verkorkung. Dies findet statt bei den äussersten Zellhautschichten der Oberhaut (Cuticula und cuticularisirte Schichten, § 79), den trennenden Mittellamellen einer grossen Anzahl von Gewebezellen (Intercellularsubstanz, § 73, 74), den Membranen der Korkzellen (§ 91), sowie den Aussenzellhäuten der Pollenkörner (Exine) und Sporen (Exosporium). Mit Jod und Schwefelsäure tritt in diesen cuticularisirten Membranschichten keine Blaufärbung mehr ein, und von concentrirter Schwefelsäure und Kupferoxydammoniak werden dieselben nicht mehr gelöst, dagegen oft in concentrirter kochender Kalilauge, sowie in einem Gemisch von Salpetersäure mit chlorsaurem Kali (Schultze'sche Macerationsflüssigkeit).

Für die Verholzung von Membranschichten sind gesteigerte Härte, verminderte Dehnbarkeit und leichte Durchdringbarkeit für Wasser ohne bedeutende Aufquellung die charakteristischen Merkmale (Holzzellen, Sclerenchymzellen etc.). In ihrem Verhalten gegen Jod und Schwefelsäure sind sie cuticularisirten Membranen ähnlich. Concentrirte Schwefelsäure bewirkt meistens Lösung, Kupferoxydammoniak Quellung.

Die Verschleimung charakterisirt sich durch die Fähigkeit der betreffenden Schichten, grosse Mengen von Wasser aufzunehmen und damit gallertartig unter bedeutender Vergrösserung ihres Volumens zu quellen (§ 31).

34. An einer und derselben Membran können diese Umänderungen in verschiedenen Schichten neben einander auftreten. Aeussere Schichten können verholzen und innere verschleimen (Holz vieler Papilionaceen) oder umgekehrt können äussere Lamellen starke Quellung zeigen (Zellen der Fucaceen und des Endosperms von Gleditschia und Ceratonia); oder es tritt Cuticularisirung und Verschleimung ein (die in § 31 erwähnten Fälle von Samen). Meistens bleibt auch bei Cuticularisirung äusserer Schichten der Zellhaut eine innere dickere oder dünnere Lamelle reine Cellulose (Holzzellen, Oberhautzellen u. s. w.). Ebenso findet Schichten- und Schalenbildung häufig gleichzeitig in derselben Membran statt.

Welche Stoffe es sind, deren Einlagerung die erwähnten Umänderungen verursacht, lässt sich in den einzelnen Fällen schwierig oder gar

nicht entscheiden. Häufig bewirken Farbstoffe eine gleichzeitige Färbung der einzelnen, namentlich der cuticularisirten Schalen. Durch vorsichtige Behandlung mit verschiedenen Reagentien, welche die Molecularstructur der Membran nicht zerstören, lässt sich letztere in der Regel wieder in den Zustand zurückführen, dass sie Cellulosereaction zeigt. Einwirkung von Salpetersäure (Holzzellen) oder Kochen mit Kali (Kork) genügen oft allein schon zu diesem Zwecke.

35. Einlagerungen unverbrennlicher Substanzen (Aschenbestandtheile) finden sich in den meisten Zellhäuten, oft schon zu sehr früher Zeit. Kalk und Kieselerde sind die häufigsten derselben. Der kohlensaure Kalk tritt bald in mikroskopisch nicht mehr wahrnehmbaren krystallinischen Einlagerungen auf (Cystolithen bei Moreen und Acanthaceen — § 25) oder in mikroskopisch sichtbaren Körnchen (Corallineen etc. unter den Algen) oder in einer homogen mit den Membrantheilen vereinigten Masse, welche die optischen Eigenschaften derselben nicht stört. In diesem Falle bleibt er bei einigermaassen reicherer Menge (oft nach Verbrennung der organischen Substanz als ein Aschenskelet zurück, wobei es jedoch fraglich ist, ob er nicht in manchen Fällen erst als Verbrennungsprodukt aus anderen Kalksalzen sich bildet. Kenntlich ist der kohlensaure Kalk an seiner unter Gasentwickelung stattfindenden Löslichkeit in Essigsäure, sowie die Bildung von Gypsnadeln bei Lösung in Schwefelsäure das Calciumoxyd verräth. Von den erwähnten Cystolithen bleibt nach Lösung des Kalksalzes ein concentrische Schichtung und radiale Streifung (§§ 29, 30) zeigendes Celluloseskelet übrig, welches das Licht polarisirt, daher mit Ursache der Polarisationserscheinungen an unverletzten Traubenkörpern ist. Oxalsaurer Kalk kommt in sichtbaren Körnchen in den Membranen vieler Pilze und Flechten, Gymnospermen, dann bei Mesembryanthemum- und Sempervivum-Arten vor. Bei Dracaena und manchen Gymnospermen (am schönsten bei Welwitschia) findet er sich in oft grossen, wohl ausgebildeten Krystallen eingelagert, und im Marke von Kerria und Ricinus etc. liegen Krystalldrusen in einfachen oder verzweigten Zellstofffäden, die die Zellhöhlung durchsetzen. In Form von Körnchen der Membran aufgelagert, findet man ihn bei vielen Flechten und Pilzen und in Gestalt von Sphärokrystallen (§ 52) in den Hyphenauftreibungen von Phallus caninus. Er ist in Essigsäure und Oxalsäure unlöslich, wird von Salz- und Salpetersäure ohne Gasentwickelung gelöst und durch Glühen in kohlensauren Kalk übergeführt (siehe ferner § 56).

36. Kieselerde ist als Einlagerung in pflanzlichen Membranen nicht selten. Am häufigsten findet sie sich in den Zellwänden der Diatomaceen und bei höheren Pflanzen in den Oberhautzellen, doch auch im Inneren der Gewebe (Blätter der Buche, des Schilfrohres u. s. w.). Wo sie in sehr grossen Mengen in der Membran auftritt (Diatomeen, Oberhaut der Schachtelhalme etc.), lässt sie nach Zerstörung der organischen Substanz der Wand durch Fäulniss, oder durch Glühen für sich allein oder mit Schwefelsäure, ein Skelet zurück, das alle Structureigenthümlichkeiten der lebenden Zellhaut zeigt und aus reiner Kieselerde besteht. Die als Kieselguhr, Bergmehl, Tripel u. s. w. bezeichneten Lager der Erdrinde bestehen zum grössten

Theile aus den Kieselskeleten von Diatomaceen. — Andererseits wird die Kieselerde durch Flusssäure unter Zurücklassung eines Skeletes organischer Substanz aus der Membran ausgezogen.

37. Die Art der Einlagerung fremdartiger Substanzen in die Zellhaut lässt sich in den in §§ 32—36 geschilderten Fällen in zweifacher Weise denken. Entweder sind die Moleküle der verschiedenen Substanzen (Cellulose und fremde Einlagerungen) von nicht sehr verschiedener Grösse und Anordnung, so dass sie in ihrer gegenseitigen Lagerung sich beispielsweise wie die Steine eines Mauerwerks zu einander verhalten können; oder die regelmässige Form und Anordnung beschränkt sich nur auf die Moleküle der Cellulose, während die Moleküle der eingelagerten fremden Substanzen unregelmässig in den Molecularinterstitien vertheilt sind und die Moleküle der Cellulose umgeben, wie etwa der Mörtel in einem Mauerwerk die Steine des letzteren. Die Annahme, dass in der älteren Membran das einzelne Molekül selbst aus Atomen verschiedener Substanzen zusammengesetzt sei, ist mit der Krystallnatur desselben nicht zu vereinigen.

38. Degradation oder Desorganisation der Zellwand hat bei vielen Pflanzen die Bildung von Gummi zur Folge. Die dabei betheiligten Gewebe sind bei verschiedenen Gewächsen verschiedene und auch bei einer und derselben Art nicht immer bestimmte. Im Stamme von Prunus avium entsteht das Kirschgummi bald durch Umwandlung der Gefässwände, bald in Folge der Bildung massigen, seine Zellwände später in Gummi umsetzenden Holzparenchyms; oder das normale Holzparenchym oder das Cambium, in den weitaus meisten Fällen aber der Bast sind die Bildungsheerde des Gummi. Hier beginnen die Zellwände zu quellen. Ihr reiner Zellstoff erleidet chemische Veränderungen der Art, dass die Fähigkeit, sich mit Jod und Schwefelsäure blau zu färben, verschwindet, seine Substanz aber zunächst noch unlöslich ist, im Wasser nur quillt und in diesem Stadium auch noch eine gewisse Structur der Membranen sichtbar bleibt. Später nimmt die Quellungsfähigkeit im Wasser zu und ein Theil wird sogar in diesem löslich, wenn die Umwandlung vollständiger stattfindet. Das Kirschgummi dringt dann in Folge seiner Volumenvergrösserung, wenn ihm Wege nach aussen geöffnet werden, an die Oberfläche des Stammes, oder die an Stelle des zerstörten Gewebes tretenden Drusen desselben werden im natürlichen Laufe der Vegetation durch allmähliches Abstossen der Borke nach und nach bloss gelegt. In ähnlicher Weise entstehen durch Desorganisation der Zellwände das Gummi arabicum und Gummi Senegal in den Stämmen gewisser Acacia-Arten, der Traganth aus dem Marke und den Markstrahlen von Arten der Gattung Astragalus. Je nach der Vollständigkeit der Umwandlung unterscheidet man dabei das in Wasser zu einem klebenden Schleime lösliche Arabin (z. B. Gummi arabicum), das im Wasser nur zu einer nicht klebenden Gallerte quellende Bassorin (z. B. Traganth, der unter dem Mikroskope noch deutliche Zellenstructur und Einschlüsse von Stärkekörnern aus den Markzellen zeigt), oder ein Gemisch beider (Kirschgummi), wobei das Arabin der höchsten Umwandlungsstufe entspricht.

Auch manche Gummiharze (Bdellium, Myrrhe etc.) lassen die Entstehung ihres Gummi aus Zellgewebe erkennen und gewisse Harze (z. B.

das von Xanthorrhoea) scheinen ebenfalls einer Degradation der Zellwand ihre Bildung zu verdanken.

4. Das Chlorophyll und verwandte Farbstoffe.

39. Das Chlorophyll oder Blattgrün, welches die grüne Färbung gewisser Organe der Pflanze, besonders der Blätter, bedingt, ist immer an geformte Theile des Protoplasmas gebunden, die im Gegensatze zu dem eigentlichen eingelagerten Farbstoffe als Chlorophyllkörper bezeichnet werden können. Bei manchen Algen (Pleurococcus etc.) ist der ganze Plasmaleib der Zelle mit Ausnahme seiner Hautschicht grün gefärbt; bei anderen Gliedern dieser Pflanzengruppe sind es sternartige (Zygnema) oder plattenförmige (Mesocarpus, Closterium) oder spiralig gewundene bandartige (Spirogyra — Fig. 11a, § 59) Theile des Protoplasmas, welche die grüne Färbung zeigen. In den Zellen der meisten Pflanzen jedoch treten die Chlorophyllkörper als rundliche, kleinere oder grössere Körner auf (Fig. 2B auf Seite 6), die stets dem Plasma eingebettet sind und als Chorophyllkörner bezeichnet werden (Fig. 2B). Diese lassen an ihrem Umfange oft eine dichtere Schicht (Hautschicht), in ihrem Inneren manchmal Vacuolen erkennen. Selten zeigen sie eine Sonderung in sich kreuzende Lamellen verschiedener Dichtigkeit (Bryopsis). In ihrem Verhalten gegen chemische Reagentien stimmen sie nach Entfernung des Farbstoffes in allen Punkten mit dem Protoplasma überein; sie besitzen als Grundsubstanz selbst gewöhnliches Plasma, jedoch frei von den körnigen Bildungen desselben.

40. In der jugendlichen Zelle entstehen die Chlorophyllkörner im Protoplasma dadurch, dass sich an einzelnen Stellen desselben Plasmamoleküle um gegebene Bildungspunkte zu scharf umschriebenen, sphärischen Massen absondern, die in Folge anderer Dichtigkeitsverhältnisse im farblosen Plasma sichtbar werden und selber entweder zuerst farblos oder gelblich sind, um erst später zu ergrünen, oder aber sofort bei ihrer Entstehung (Samenlappen der Nadelhölzer, Farne) den Chlorophyllfarbstoff in sich ausbilden. In einzelnen Fällen (Sporen von Farnkräutern) ist das grün gefärbte Protoplasma um den Zellkern zuerst in wolkigen Massen gelagert, die sich erst später zu Körnern formen. Im weiteren Verlaufe ihrer Entwickelung wachsen die Chlorophyllkörner durch Einlagerung, um sich dann durch Theilung zu vermehren. Letztere erfolgt in der Weise, dass sich senkrecht zum grössten Durchmesser des Kornes eine Ringfurche bildet, die tiefer werdend zuletzt dasselbe in zwei Hälften auseinander schnürt. Gute Beispiele dafür liefern die Blätter von Isoëtes, die Vorkeime von Moosen, Farnen u. s. w. Bei reicher Vermehrung rücken die Chlorophyllkörner einer Zelle schliesslich oft so dicht zusammen, dass sie durch gegenseitigen Druck polyëdrische Gestalt annehmen.

41. Der Chlorophyllfarbstoff lässt sich durch Aether, Alkohol etc. aus den Chlorophyllkörpern ausziehen, so dass diese als geformte, farblose Plasmakörper zurückbleiben. Die je nach dem Concentrationsgrade und der verwendeten Pflanze heller oder dunkler grüne Lösung des Farbstoffes zeigt tief blutrothe Fluorescenz und wird unter Einwirkung des Lichtes bald missfarbig bis farblos. Ihr Spectrum lässt sieben Absorptionsstreifen erkennen,

von denen die vier ersten in der schwächer brechbaren Hälfte bis zum Gelbgrün, drei in dem stärker brechbaren Theile desselben liegen. Ganz besonders stark und dabei scharf abgegrenzt ist das erste Absorptionsband im Roth zwischen den Frauenhofer'schen Linien B und C, während die anderen Bänder beiderseits abgeschattet sind. Die oft betonte Annahme zweier das Chlorophyll zusammensetzenden Farbstoffe, eines blaugrünen (hauptsächlich in Benzol) und gelben (in Alkohol löslichen) Farbstoffes, ist ungerechtfertigt, insofern sie auf Zersetzungserscheinungen im Chlorophyll bei Gegenwart von Wasser während Behandlung alkoholischer Lösung mit Benzol beruht. Ebenso sind andere neben dem Chlorophyll häufig vorkommende und dasselbe sogar verdeckende Farbstoffgebilde keine selbständigen Farbstoffe, sondern nur Chlorophyllmodificationen, wie die aus dem gewöhnlichen Chlorophyll hervorgehenden abweichenden Farbenänderungen auch. Alle stimmen in ihren Spectren in der Weise überein, dass zwar in dem rascheren oder langsameren Anwachsen der Absorption in den einzelnen Absorptionsbändern, wie in geringen Verschiebungen der letzteren, Unterschiede sich geltend machen, die für die jedesmalige Chlorophyllmodification charakteristisch sind, dass aber dabei die Maxima und Minima der Absorption an denselben Stellen auftreten.

42. Es sind demnach als Modificationen des Chlorophylls zu betrachten:

a. Das Etiolin, der bei im Finstern keimenden oder wachsenden Pflanzen sich bildende gelbe Farbstoff der Chlorophyllkörper;

b. Das Anthoxanthin, der gelbe, an Plasmakörper gebundene Farbstoff gelber Blüthen;

c. Das Xanthophyll, welches in Form gelber Körnchen im Herbste nach der Entgrünung der Blätter durch Lösung der Chlorophyllkörner in den Zellen zurückbleibt und den herbstlichen Blättern die gelbe Färbung ertheilt;

d. Das Florideen-Grün, welches dem gewöhnlichen Chlorophyll sehr nahe steht und

e. Das Florideen-Roth (Phycoërythrin), der mit dem vorigen Farbstoffe zugleich vorkommende und ihn verdeckende rothe, in Wasser lösliche Farbstoff in den Zellen der Florideen (Rothalgen).

f. Wahrscheinlich sind andere Chlorophyllmodificationen der braune Farbstoff der Fucaceen und der blaue der Cyanophyceen, welche mit dem Chlorophyllfarbstoffe gleichzeitig und diesen verdeckend in diesen zu den Algen gehörenden Gewächsen vorkommen; ferner die rothen und gelben Farbstoffe, in welche sich das Chlorophyll reifender, zuerst grün gefärbter Früchte (z. B. von Lycium, manchen Solanum-Arten u. s. w.) oder gewisser Blumenkronen vor dem Aufblühen u. s. w. verwandelt. In den letzteren Fällen werden dabei oft die sich roth oder gelb färbenden Chlorophyllkörner unter Ablagerung des Farbstoffes auf eine oder mehrere Seiten des Kornes durch Bildung von Vacuolen zerrissen und in spindelförmige oder eckige Farbstoffkörper umgeformt.

43. Die Entstehung des Chlorophyllfarbstoffes (d. h. des gewöhnlichen Chlorophylls der meisten Pflanzen) ist von verschiedenen Um-

ständen abhängig. Derselbe bildet sich nur bei wenigen Pflanzen in völliger Finsterniss aus (bei vielen Keimpflanzen von Nadelhölzern, bei den meisten Farnkräutern), wobei jedoch die einzelnen Chlorophyllkörner (bei Farnen z. B.) nicht die durchschnittliche Grösse wie bei einer im Lichte wachsenden gleichen Pflanze erreichen. Die Einwirkung des Lichtes ist für die Ergrünung nothwendig, und letztere nimmt im Allgemeinen mit der Intensität des Lichtes zu. Ferner hat jede Pflanze eine bestimmte Wärme zur Ausbildung des Chlorophyllfarbstoffes nöthig, die z. B. für Mais und Schminkbohne zwischen + 6 und 15, für Raps oberhalb 6° C. liegt. Endlich spielt die Anwesenheit einer wenn auch nur geringen Menge von Eisen unter den Nährstoffen eine bedeutende Rolle. Keimpflanzen, welche in eisenfreien Nährlösungen gezogen werden, entwickeln nur so lange grüne Blätter, als der Eisengehalt der Reservenährstoffe ihrer Samenlappen oder des Sameneiweisses reicht. Alle späteren Blätter werden bleich (chlorotisch), ergrünen aber, wenn Eisen als Nährlösung der Wurzel zugeführt wird.

44. Für das Leben der Pflanze ist das Chlorophyll dadurch von grösster Bedeutung, dass dieses allein im Stande ist, durch Zerlegung der Kohlensäure der Luft in ihre beiden Grundstoffe Kohlenstoff und Sauerstoff den für die Ernährung durchaus nothwendigen Kohlenstoff zu schaffen, der unter gleichzeitiger Gewinnung des Wasserstoffes durch Zersetzung eines Theiles des in die chlorophyllhaltigen Zellen tretenden Wassers zur Bildung organischer Verbindungen, in erster Linie von Kohlehydraten (Stärke, Zucker etc.), verwendet wird. Wie die Entstehung des Chlorophylls selbst, so findet dieser als Assimilation bezeichnete Vorgang auch nur unter Einwirkung des Lichtes statt. Der dabei gewonnene Sauerstoff wird von den assimilirenden Organen zum grössten Theile wieder ausgeschieden, der Rest der nicht an Ort und Stelle verwertheten Assimilationsprodukte aber in löslicher Form (Zucker) entfernteren Organen zugeleitet, die als Reservestoffbehälter dieselben in grösserer Menge (als Stärke, Zucker, Inulin, Fette etc.) aufspeichern; oder dieselben treten als Einschlüsse im Chlorophyllkorne selbst auf, wie dies mit fettem Oele (viele Monocotyledonen) und Stärke der Fall ist. Namentlich ist letztere in den Chlorophyllkörnern eine gewöhnliche Erscheinung, indem sie bald als einzelnes Korn, bald in mehr oder minder zahlreichen Körnern in ihnen gebildet wird, die, anfangs klein und kaum sichtbar, später oft so heranwachsen, dass sie die weiche Substanz des Chlorophyllkornes blasenförmig so weit ausdehnen, dass dieselbe manchmal nur noch wie ein dünner, eben wahrnehmbarer Ueberzug die Stärkeeinschlüsse umhüllt.

Chlorophyllfreie Pflanzen sind nie im Stande zu assimiliren. Sie müssen als Parasiten lebenden chlorophyllhaltigen Pflanzen Kohlenstoffverbindungen entziehen (viele Pilze, Cuscuta etc.), oder solche als Fäulnissbewohner (Saprophyten) aus bereits in Zersetzung befindlichen organischen Substanzen nehmen (viele Pilze, Monotropa, Neottia u. s. w.). Unter letzteren finden sich einzelne Pflanzen, welche eine geringe Menge (Corallorhiza) oder selbst ziemliche Quantitäten (Neottia) von Chlorophyll besitzen, das jedoch durch andere Farbstoffe verdeckt wird und für eine genügende

Assimilation nicht ausreicht. Ebenso haben gewisse Parasiten (Viscum, Rhinanthaceen, Santalaceen) oft reichliches Chlorophyll. (Vgl. den Abschnitt „Stoffwechsel und Stoffwanderung".)

5. Die Stärke.

45. Die in der Zelle durch die Thätigkeit des Chlorophylls gebildete Stärke ist in ihrer ganzen Entwickelung an das Protoplasma gebunden; ihr Wachsthum hört auf, sowie sie mit letzterem nicht mehr in Berührung steht. Sie erscheint stets in Körnern von verschiedener Gestalt (eirund: Kartoffel — linsenförmig: Weizen, Roggen — polyëdrisch: Mais — knochenförmig: tropische Euphorbia-Arten — etc.), welche sich durch einen charakteristischen, geschichteten Bau auszeichnen. Das einzelne Stärkekorn zeigt Lamellen verschiedenen Wassergehaltes und deshalb verschiedener Lichtbrechung, welche so geordnet sind, dass um einen wasserreichen Kern eine dichtere, wasserärmere Lamelle, um diese wieder eine wasserreiche, um diese eine wasserarme Schicht gelagert ist und so fort in der Weise, dass als äusserste Lamelle stets eine dichte auftritt (Fig. 8). Neben dieser sprungweisen Aenderung des Wassergehaltes nimmt letzterer auch derart nach dem Inneren des Kornes zu, dass innere dichte wie weiche Schichten noch wasserreicher sind, als äussere dichte oder weiche, und der Kern der wasserreichste Theil des ganzen Kornes überhaupt ist, was aus den bei Bildung von Trockenrissen sich zeigenden Cohäsionsverhältnissen hervorgeht.

46. Das über die Molecularstructur der Zellhaut Gesagte gilt auch für das Stärkekorn, und wie die Zellhaut, so wächst auch dieses nur durch Einlagerung neuer Stärkemoleküle, nie durch Anlagerung derselben. Wäre Letzteres der Fall, so müssten sich Stärkekörner mit äusserster wasserreicher Schicht finden und ferner dürfte der Kern, falls er das ursprüngliche, jugendliche Stärkekorn darstellt, nicht aus wasserreicher Substanz bestehen, da die jüngsten Stärkekörner stets nur aus dichter Substanz gebildet werden. In einem solchen jugendlichen Stärkekorne tritt dann zuerst durch Einlagerung wasserreicher Substanz ein wasserreicher, weniger dichter Kern auf, der dann also von einer dichten Schicht umhüllt wird. Letztere spaltet sich während ihres Dickenwachsthums durch Bildung wasserreicher Stärkesubstanz im Inneren in zwei dichte Lamellen, die dann durch eine weniger dichte getrennt sind. In jeder dieser beiden dichten Lamellen kann sich derselbe Vorgang oftmals wiederholen; es kann aber auch durch Bildung dichter Substanz im Inneren der wasserreichen Schicht diese in zwei wasserreiche, durch eine zwischengelagerte wasserärmere Schicht getrennte Lamellen sich spalten. Da die Einlagerung neuer Moleküle gewöhnlich nicht allseitig in gleichem Maasse erfolgt, so nimmt das zuerst fast kugelige Stärkekorn später verschiedene Formen an, wobei der Kern entweder central bleibt (Weizen — Fig. 9 *b*) oder excentrisch wird (Kartoffelstärke — Fig. 8 *c*). In letzterem Falle sind die Schichten in der Richtung des stärksten Wachsthums auch am dicksten und da sie sich hier am häufigsten spalten, so verlaufen nicht alle Schichten vollständig um den Kern, sondern viele derselben keilen sich seitlich aus (Fig. 8 *c*).

Treten in einem jugendlichen Stärkekorne zwei Kerne auf und findet

um beide Schichtenbildung statt, so entstehen zusammengesetzte Körner wie in Fig. 8 *d*, bei denen das stärkste Wachsthum in der Verbindungslinie der immer weiter auseinander rückenden Kerne herrscht und deren Hälften später in Folge eines durch Spannung der Schichten sich bildenden Querrisses auseinanderfallen. Oeftere derartige Theilungen führen zur Bildung von manchmal aus Hunderten von Bruchkörnern bestehenden Körnern (Avena).

Da die Stärkekörner bis zu einem gewissen Grade weich sind, so erhalten sie bei grosser Menge in einer Zelle und fortschreitendem Wachsthum oft durch gegenseitigen Druck polyëdrische Gestalt (Mais — Fig. 9 *a*).

47. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach ist die Stärke ein Kohlehydrat von gleicher Formel wie die Cellulose, mit Wasser und geringer Menge von Aschenbestandtheilen. In heissem Wasser, in Kalilösung etc. tritt Quellung der Stärkekörner unter Sprengung der äussersten Schicht ein (Verkleisterung). Trockenes Erhitzen auf 200° C., sowie Kochen mit stark verdünnter Schwefelsäure verwandelt die Stärke in Dextrin. Mit Jod färbt sie sich nur dann blau, wenn sie nahezu ihren vollen Wassergehalt hat; wasserfreie Stärke mit wasserfreien Jodlösungen behandelt färbt sich gelb bis gelbbraun. Die Intensität der Färbung ist dabei hier, wie in anderen Fällen, von der Dichtigkeit abhängig, in der das Jod eingelagert wird, der Vorgang selbst ein rein physikalischer und die sogenannte Jodstärke keine chemische Verbindung. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Eiweisskörpern färbt sich vermöge ihrer grösseren Affinität die Stärke auf Jodzusatz früher, wie z. B. das Protoplasma in derselben Zelle.

Fig. 8.

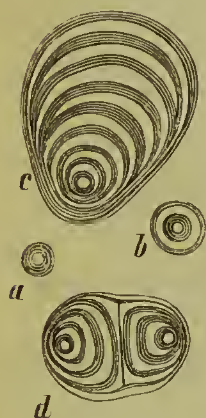


Fig. 9.



48. In jedem Stärkekorne ist an jedem Punkte desselben die Stärkesubstanz in zwei Modificationen vorhanden, die als Granulose und Stärke-Cellulose bezeichnet werden. Erstere bedingt allein die Blaufärbung mit Jod. Wird sie durch längere, oft mehrtägige Erwärmung mit Speichel auf 45—50° C. entfernt, so bleibt von dem Stärkekorne ein Celluloseskelet zurück, das zwar den geschichteten Bau desselben noch zeigt, sich aber

Fig. 8. Stärkekörner aus der Kartoffelknolle; *a* und *b* junge Körner, *c* älteres einfaches, *d* zusammengesetztes Korn. (Vergr. 700.)

Fig. 9. *a* Zelle aus dem Sameneiweiss vom Mais mit polyëdrischen Stärkekörnern (Verg. 240). *b* Stärkekorn des Roggens (Vergr. 700); *c* solches aus keimendem Roggen. *d* Zelle aus dem Samenlappen der Bohne (Vergr. 240). Die einfachen oder sternförmigen Striche in *a* und *d* sind Trockenrisse der Stärkekörner. *i* Intercellularräume.

mit Jod nicht oder blass kupferroth färbt und von bedeutend geringerer Dichtigkeit ist, da es z. B. bei Kartoffelstärke nur $5{,}_7$, bei Weizenstärke gar nur $2{,}_3$ Procent des ganzen Kornes beträgt. Aus diesem Grunde und da die vorherrschende Granulose an allen Stellen des Kornes vorhanden ist, tritt bei unveränderter Stärke die farblose Cellulose bei der Jodreaction nicht hervor. Die Lösung der Granulose, welche von aussen nach innen vorschreitet, wird auch durch organische Säuren, Pepsin und sehr verdünnte Salz- oder Schwefelsäure bewirkt. Ebenso tritt bei längerem und gutem Reiben von Stärke mit kaltem Wasser ein geringer Theil der Granulose in Lösung. Durch lange dauernde Erwärmung im Speichel wird auch die Stärke-Cellulose von aussen nach innen gelöst, in den weichen Schichten früher, als in den dichteren.

49. Dass die Stärke zu den wichtigsten Baustoffen der Pflanze gehört, unterliegt keinem Zweifel. Da indessen die Stärkekörner als solche nicht von Zelle zu Zelle transportabel sind (mit Ausnahme solcher in den Siebröhren — § 98), so müssen sie in einen löslichen Zustand übergeführt werden, der den Durchtritt durch die Zellwand gestattet.

Bei der Keimung wird die als Reservenahrung vorhandene Stärke (wohl unter dem Einflusse des Plasmas) bald so gelöst, dass zuerst nur die Granulose entfernt wird, oder es löst sich sofort die ganze Substanz. Entweder geschieht dies von aussen nach innen schichtenweise, oder aber gewöhnlich so, dass einzelne gangartig nach innen in verschiedener Richtung verlaufende Stellen gelöst werden, das Korn daher wie zerfressen erscheint (Fig. 9 *c*) und schliesslich durch Vereinigung solcher Lösungscanäle in Stücke zerfällt.

Auch die in den Chlorophyllkörnern gebildete Stärke wird wahrscheinlich in ähnlicher Weise gelöst. Das Lösungsprodukt ist, mit Ueberspringung wenig bekannter Zwischenstufen (wie Dextrin), in allen Fällen der Zucker (§ 53), welcher auf diosmotischem Wege an entferntere Orte gelangt und dort als solcher aufgespeichert wird (Runkelrübe etc.), oder eine abermalige Umwandelung in Cellulose, Stärke, Inulin oder Fette erfahren kann. Oft wird er auch auf seinem Wege schon früher in Stärkekörnchen übergeführt, die später aus den betreffenden Zellen wieder verschwinden (transitorische Stärke).

6. Das fette Oel.

50. Dass Fetttröpfchen als häufiger Bestandtheil des Plasmas auftreten (§ 8), sowie sich oft statt der Stärke im Chlorophyll als Assimilationsprodukte bilden (§ 44), wurde bereits erwähnt. Ihr Verhalten gegen Alkohol und Aether, das häufig direct zu beobachtende Zusammenfliessen zu grösseren Tropfen und ihre eigenthümliche Lichtbrechung lassen sie in den meisten Fällen leicht erkennen. Oft enthält das Oel Farbstoffe gelöst. In vielen Samen und Früchten wird es als Reservenahrung für die Keimung in grosser Menge aufgespeichert und daher im Grossen aus solchen gewonnen (Rüböl, Olivenöl etc.).

Bei Lebermoosen findet sich oft fettes Oel im Zellsafte. Es kommt hier in rundlichen Ballen (Oelkörper) vor, die ein Gemenge aus zahlreichen Oeltröpfchen mit Wasser und geringen Mengen von Eiweiss sind

und von einer hautartigen Hülle umgeben werden. Diese sind aber nicht Reservenahrung, sondern Excrete, die beim Wachsthum keine Rolle spielen.

7. Der Zellstoff und die in ihm enthaltenen Stoffe.

51. Als Zellsaft bezeichnen wir das den Protoplasmaleib der Zelle durchtränkende, vorzüglich aber das in den Vacuolen sich findende Wasser, welches je nach Natur und Alter der Zelle wie der Pflanze die verschiedensten Stoffe in geringerer oder höherer Concentration gelöst enthält. Als Lösungs- und Transportmittel der Baustoffe innerhalb der Pflanze, sowie durch Betheiligung seiner Grundstoffe an der Bildung der Kohlehydrate (§ 44) ist demnach das Wasser des Zellsaftes für das Gesammtleben der Pflanze unentbehrlich. Die wichtigsten im Zellsafte nachzuweisenden Stoffe sind Inulin, Zucker, Gerbstoff und oxalsaurer Kalk.

52. Das Inulin findet sich im Zellsafte vieler Compositen (Knollen und Wurzelstöcke von Dahlia, Helianthus tuberosus, Inula etc.), aber auch einiger anderer Familien (Campanulaceen, Lobeliaceen) gelöst. Durch Alkohol und vorzüglich durch Glycerin wird es (in Folge von Wasserentziehung) in Form kleiner, sphärischer Körner ausgeschieden, die aus radial gestellten und in concentrische Schalen geordneten, doppeltlichtbrechenden, krystallinischen Elementen bestehen (Sphärokrystalle), die sich in Kali, Salpetersäure etc. von aussen abschmelzend und ohne Quellung lösen und welche mit Jodlösung nur eine durch das Eindringen dieser in die feinen Spalten des Sphärokrystalles bedingte gelbliche Färbung zeigen. Durch längeres Liegen ganzer Gewebestücke in Alkohol erhält man bedeutend grössere, oft schon mit blossem Auge sichtbare Sphärokrystalle, die manchmal mehrere Zellen umfassen. Gefrieren der Gewebe lässt das Inulin ebenfalls ausscheiden und in ausgetrockneten Geweben findet es sich in Form glänzender, farbloser, kantiger Stücke. (Vgl. auch § 53.)

Sphärokrystalle anderer, meist unbekannter chemischer Natur finden sich in den mit Alkohol behandelten Geweben der Marattiaceen (Farne), in der Stengel- und Blattoberhaut von Cocculus laurifolius, den unreifen Früchten von Citrus-Arten (hier bestehen sie aus Hesperidin) u. s. w.

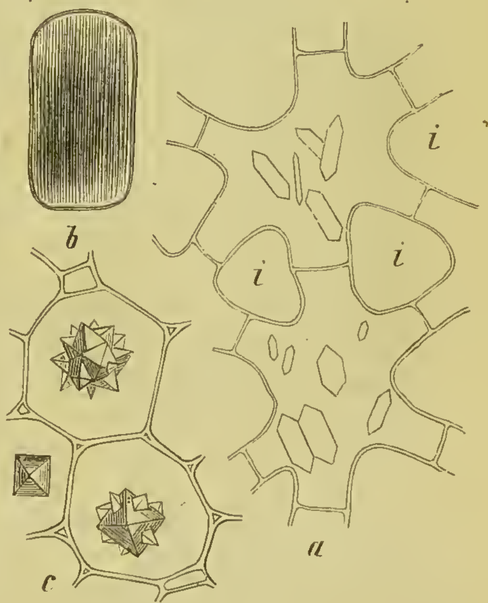
53. Der im Zellsafte ebenfalls nur gelöst vorkommende Zucker ist entweder Trauben- oder Rohrzucker. Nachweisbar ist er durch sein Verhalten gegen Kupfervitriol bei Anwesenheit von Kali. Lässt man genügend dünne Schnitte mit unverletzten Zellen bis zu 10 Minuten in Kupfervitriollösung liegen und taucht sie darauf nach raschem Abspülen in reinem Wasser in heisse Kalilösung oder erhitzt sie nochmals mit dieser, so tritt bei Anwesenheit von Traubenzucker (oder Dextrin) ein rother Niederschlag von reducirtem Kupferoxydul, bei vorhandenem Rohrzucker eine schön blaue Färbung in der Zelle auf. Noch bequemer ist die Reaction auf Glycerin. Letzteres lässt bei Anwesenheit von Zucker in den Zellen eines Gewebeschnittes von der Zellwand alsbald eine stark lichtbrechende, glänzende Masse sich abheben, die anfänglich die Contour der Zellwand mehr oder weniger nachahmt, bald aber theils unregelmässig gerundete, meist aber völlig sphärische Gestalt erhält, und schliesslich eine (selten mehrere) grosse, glänzende, tropfengleiche Kugel bildet. Diese Kugel ist der con-

centrirte Zellsaft; ausserhalb desselben sind Protoplasma und Zellkern noch vorhanden (Jodreaction — § 9). Die Kugeln, welche aus dem concentrirten Zucker (Syrup) bestehen, verharren nicht lange; sie verschwinden meist schon nach wenigen Minuten spurlos, während gleichzeitig in denselben Zellen und unter denselben Erscheinungen auftretende Inulinkugeln in kürzester Frist fest werden und sich zu amorphen Kugeln, doppeltbrechenden Sphärokrystallen oder maulbeerartigen oder traubenförmigen Körpern gestalten.

54. Gerbstoff findet sich sehr häufig und in den verschiedensten Geweben, theils gelöst im Zellsafte, theils die Membran durchdringend, oder auch in Form ölartiger, von einer dünnen Plasmahaut umgebenen Tropfen (so in der Rinde von Eichen, Pappeln, Birken u. a.), die auf Zusatz von Wasser in kleine Körnchen zerfallen und sich später ganz lösen. Kenntlich wird der Gerbstoff an seinem Verhalten gegen Eisensalze, mit denen er bläulichschwarze oder grünliche Niederschläge oder Färbungen giebt.

55. Als im Zellsafte (mit wenigen Ausnahmen) gelöster Farbstoff ist das Anthocyan zu bezeichnen, welches die Färbungen vieler Blüthen vom hellsten Roth bis zum tiefsten Blau, sowie die Rothfärbung mancher Stengel und Blätter bedingt und in letzterem Falle häufig das Chlorophyll ganz verdeckt oder mit ihm bräunliche Mischfarben giebt (Blutbuche, Bluthasel). Einwirkung von Glycerin lässt den gelösten Farbstoff durch Wasserentziehung intensiver erscheinen, Tödtung des Plasmas ihn durch dasselbe diffundiren. Gegen Säuren und Alkalien verhält sich das Anthocyan wie Lakmuspapier: Säuren lassen die blauen Töne in Roth, Alkalien die rothen in Blau übergehen, wobei im letzteren Falle sehr bald Grün- oder Gelbfärbung und schliesslich völlige Entfärbung eintritt.

Fig. 10.



56. Der oxalsaure Kalk entsteht beim Stoffwechsel als Nebenprodukt, welches die für die Pflanze giftige Oxalsäure in dieser Form unschädlich macht. Seine unterscheidenden Merkmale gegenüber dem kohlensauren Kalke, sowie sein Vorkommen in der Zellhaut wurden bereits im § 35 er-

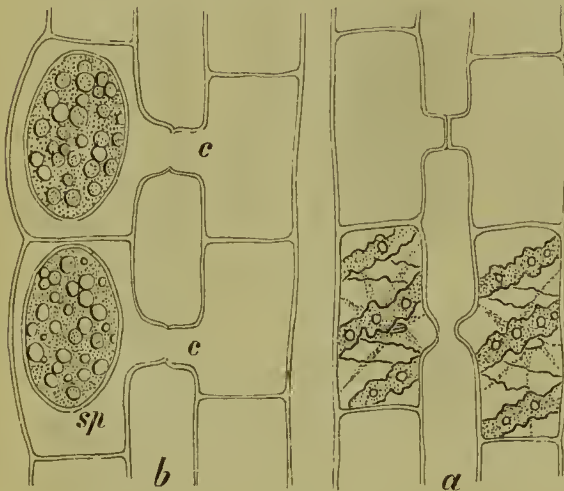
Fig. 10. *a* Zwei sternförmige Zellen aus den Scheidewänden in den Luftgängen eines Blattstieles von *Musa*, mit prismatischen Krystallen; *i* Intercellularräume. — *b* Isolirte Zelle ebendaher mit einem Bündel Raphiden. — *c* Zellen aus dem Blattstiele einer *Begonia* mit Krystalldrusen und einem octaëdrischen Einzelkrystall. — Vergr. 240.

wähnt. Im Zellsafte tritt er entweder in Einzelkrystallen (Fig. 10 *a* und *c* links) auf, die als Raphiden bezeichnet werden, wenn sie in Gestalt langer Nadeln bündelweise meist eine Zelle ganz erfüllen (Fig. 10 *b*); oder er bildet Zwillingskrystalle oder auch kleinere und grössere, oft aus zahlreichen Einzelkrystallen bestehende Drusen (Fig. 10 *c*). Bei zahlreichen Krystallen oder grossen Drusen in einer Zelle sind anders geformte Inhaltskörper in derselben gewöhnlich nicht mehr vorhanden. Die Oberfläche der Krystalle ist meistens von einem dünnen Plasmahäutchen überzogen, welches nach Zerstörung des Krystalls zurückbleibt. Der Krystall selbst gehört entweder dem quadratischen Systeme mit 6 Aequivalenten Krystallwasser, oder dem klinorhombischen mit 2 Krystallwasser (Raphiden) an.

B. Die Bildung der Zellen.

57. Das Wachsthum der Pflanze beruht in den allermeisten Fällen (einzellige Algen und Pilze abgerechnet) nicht allein auf dem Wachsthum der einzelnen Zelle, sondern auch auf der Vermehrung derselben, d. h. auf der Bildung neuer (Tochter-) Zellen aus Theilen des Plasmakörpers der bereits vorhandenen (Mutter-) Zellen durch in diesem thätige Molecularkräfte. Die Fortpflanzung der Gewächse ist stets an solche Neubildung von Zellen geknüpft. Nach den verschiedenen bei der Neubildung von Zellen stattfindenden Vorgängen unterscheiden wir zunächst drei Haupttypen derselben: Verjüngung, Conjugation und Vermehrung.

Fig. 11.



58. Die Verjüngung oder Erneuerung einer Zelle ist dadurch charakterisirt, dass der gesammte Protoplasmakörper der Mutterzelle sich zu einer einzigen Tochterzelle gestaltet (Vollzellbildung). Diese verlässt entweder als hautlose Zelle in Form einer Schwärmspore die dabei zu Grunde gehende Mutterzelle, um sich ausserhalb derselben nach Umhüllung mit einer Cellulosemembran zu einer neuen Pflanze zu entwickeln, wie dies bei vielen Algen (Oedogonium, Vaucheria etc.) der Fall ist (Fig. 12, *a*—*c*). Oder sie bleibt vorläufig in der Mutterzelle liegen, wie das Ei mancher Algen (Vaucheria, Oedogonium) und Pilze (einige Saprolegnieen), der Gefäss-

Fig. 11. Zellen einer Spirogyra in Conjugation. In den dieselbe beginnenden unteren Zellen der Figur *a* sind die schraubigen Chlorophyllbänder noch in ihrer ursprünglichen Lage. In Fig. *b* ist der Inhalt der Zellen des einen Fadens bereits mit dem der Zellen des zweiten zur Jochspore (*sp*) vereinigt. *c* Copulationscanal. (Vergr. 240.)

kryptogamen u. s. w., das sich nach erfolgter Befruchtung (durch Conjugation mit dem Samenkörper — § 59) mit einer Zellhaut umgiebt und nun in verschiedener Weise zur jungen Pflanze ausbildet. Auch die Entstehung eines einzelnen Samenkörpers in einer Zelle kann unter Umständen hierher gerechnet werden. In allen diesen Fällen ist die Bildung der Tochterzelle stets mit einer Contraction des Plasmakörpers unter Ausstossung eines Theiles Wasser verbunden. Umordnung des Chlorophylls in den Schwärmsporen von Oedogonium, den Eizellen dieser Gattung und von Vaucheria u. s. w., zeigt ferner deutlich, dass bei allen derartigen Vorgängen auch eine Umlagerung der Plasmamoleküle stattfindet. Wo die Mutterzelle einen Zellkern besitzt, bleibt dieser auch in der Tochterzelle erhalten (Schwärmsporen von Oedogonium).

59. Bei der Conjugation vereinigt sich der gesammte Plasmainhalt zweier oder auch mehrerer Zellen zu einem einzigen neuen Plasmakörper, der sich dann mit einer Membran umhüllt. Die formenreiche Abtheilung der Conjugaten unter den Algen, die Zygomyceten und Myxomyceten unter den Pilzen, zeigen derartige Zellbildung zum Zwecke der Fortpflanzung in mannigfacher Abwechselung. Bei der Algengattung Spirogyra treiben je zwei gegenüberliegende Fäden aus ihren cylindrischen Zellen papillenartige Fortsätze gegen einander (Fig. 11 *a*), die zuletzt zusammentreffen, ihre Enden gegenseitig flach drücken (Fig. 11 *a*) und nach Auflösung der trennenden Wand H-förmige Verbindungscanäle herstellen (Fig. 11 *b*). Durch diese tritt dann der zusammengezogene Inhalt der einen Zelle in die gegenüberliegende und verschmilzt mit dem

Fig. 12.

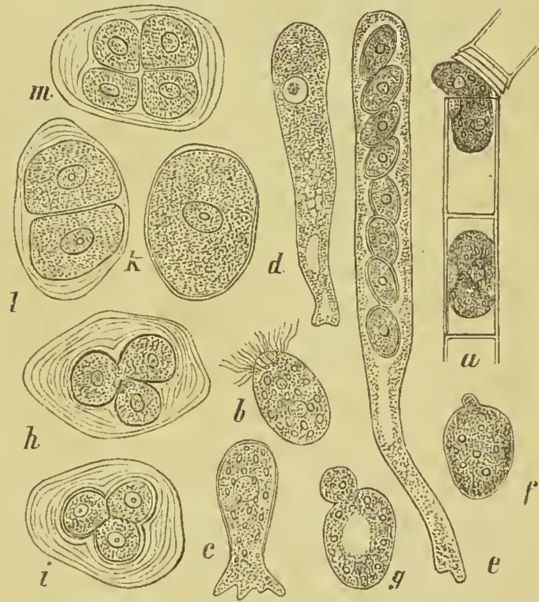


Fig. 12. *a* Stück eines Oedogonium-Fadens mit zwei in Schwärmzellenbildung begriffenen Zellen, deren oberste bereits aufgebrochen ist und den Schwärmer entlässt. — *b* Ausgeschlüpfte Schwärmzelle. — *c* Bereits festsitzende und zur Pflanze auswachsende Schwärmzelle. (Nach Pringsheim, Vergr. ca. 300.) — *d* Junger Schlauch von Ascobolus furfuraceus; der helle sphärische Körper im oberen Theile ist der Zellkern. — *e* Derselbe nach Bildung der acht Sporen. (Nach Janczewski, Vergr. 490.) — *f* und *g* Zwei sprossende Zellen von Saccharomyces cerevisiae (Vergr. 800). — *h* und *i* Zwei verschiedene Theilungszustände der Pollenmutterzellen von Tropaeolum, *i* jünger, *h* älter (Vergr. 600). — *k*—*m* Drei verschiedene Theilungszustände der Pollenmutterzellen von Scilla sibirica (Vergr. ca. 300), in *m* die Viertheilung vollendet, die Membran der Mutterzelle bereits stark gequollen.

Plasmakörper derselben zu einer neuen, gewöhnlich eiförmigen Zelle, die sich mit einer Zellhaut umgiebt und als Zygospore oder Jochspore bezeichnet wird.

Bei den Schleimpilzen vereinigen sich zahlreiche der schon früher erwähnten Myxamöben (§ 13, Fig. 3) zu einer neuen hautlosen Zelle, dem Plasmodium.

Da die Conjugation, weil sie stets Fortpflanzungszellen liefert, als ein Befruchtungsakt aufgefasst wird, bei dem männliche und weibliche Zelle anscheinend nicht verschieden sind, so könnten die Befruchtungsvorgänge bei anderen Kryptogamen mit wesentlich ungleich gestalteten, sich direct vereinigenden Geschlechtszellen auch als eine Zellbildung durch Conjugation betrachtet werden.

60. Die dritte Art der Zellbildung, die Vermehrung der Zelle, geschieht durch Entwickelung von zwei oder mehr Protoplasmakörpern aus einem. Hier sind wieder die beiden Fälle der freien Zellbildung und der Zelltheilung zu unterscheiden.

Die freie Zellbildung, welche bei der Sporenentwickelung der Schlauchpilze, der Eibildung bei den Peronosporeen, der Bildung der Eizellen der Phanerogamen sowie ihrer Gegenfüssler und bei der Entwickelung des Sameneiweisses im Keimsacke der meisten Blüthenpflanzen auftritt, findet so statt, dass zur Erzeugung neuer Zellen nur ein Theil des Plasmas der Mutterzelle zur Verwendung kommt, die Tochterzellen daher dem Reste des Protoplasmas eingebettet liegen. In seltenen Fällen wird dabei nur eine Zelle entwickelt (Peronosporeen), die in der Weise entsteht, dass sich das Protoplasma in eine peripherische, fast homogene, körnerarme Schicht (Epiplasma) und eine centrale, kugelige, fast den gesammten körnigen Inhalt aufnehmende Masse (das Ei) sondert. In der Regel kommt es zur Bildung von mindestens zwei, oft sogar zahlreichen Zellen.

61. In den meistens lang-keulenförmigen Sporenschläuchen der Schlauchpilze ist vor der Sporenbildung gewöhnlich ein Zellkern vorhanden. Dieser löst sich in vielen Fällen zunächst auf, d. h. seine Substanz vertheilt sich in die des übrigen Protoplasmas, aus dem sich dann gleichzeitig (simultan) meist acht Plasmaballen absondern, die sich von dem Reste durch grösseren Körnergehalt unterscheiden und von denen jeder nach Umhüllung mit einer Membran zur kernlosen Spore wird (Kernpilze), oder von welchen jeder bei seiner Entstehung sofort einen gleichzeitig gebildeten Zellkern enthält (Ascobolus — Fig. 12 *d*, *e*). In anderen Fällen theilt sich der primäre Zellkern des Schlauches in zwei Kerne, die ihrerseits die Theilung wiederholen, bis acht neue Zellkerne in etwa gleichen Abständen im Schlauche liegen. Von diesen umgiebt sich jeder mit einer Protoplasmahülle, um welche später die Sporenmembran ausgeschieden wird (Arten der Gattung Peziza).

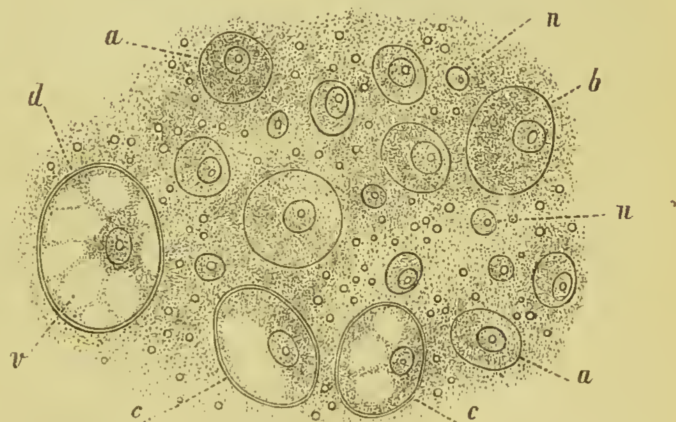
62. Vor dem Beginn der freien Zellbildung im Embryosacke der Schminkbohne (Phaseolus multiflorus) wird zunächst der Zellkern des letzteren aufgelöst. Dann entstehen in dem wandständigen Protoplasma zahlreiche freie Zellkerne (Fig. 13 *n*), die auch Kernkörperchen erkennen lassen und um welche sich Ballen dichteren Plasmas ansammeln. Anfänglich sind

diese jugendlichen Zellen ohne Zellhaut; diese wird erst später um sie gebildet (Fig. 13 *c*). Die dann noch wachsenden Zellen, in denen sich das Protoplasma bald netzförmig umlagert (Fig. 13 *d*), der Kern aus der Mitte oft an die Wand rückt, legen sich endlich zum Gewebe aneinander, wobei sie sich durch gegenseitigen Druck abflachen, und vermehren sich weiter durch Theilung. Nach anderen Angaben entsteht die Cellulosemembran um sie erst im Augenblicke der Berührung zweier Zellen.

63. Bei der Zelltheilung wird stets das gesammte Protoplasma zur Bildung der Tochterzellen verbraucht und die Mutterzelle durch eine allmählich entwickelte oder sofort durch den ganzen Zellenraum gespannte Scheidewand gewissermaassen in zwei (seltener sogleich mehr) Fächer getheilt (Fächerung der Zelle).

Einen eigenthümlichen Typus bildet hier die Sprossung, wie sie namentlich an der Hefezelle auftritt. An einer Stelle der Mutterzelle entsteht durch localisirtes Flächenwachsthum der Membran eine kleine, bald blasig werdende Ausstülpung, welche sofort einen Theil des Plasmas der Mutterzelle aufnimmt und allmählich grösser wird, mit der Mutterzelle aber nur durch einen engen, stielartigen Canal in Verbindung steht. In diesem bildet sich später eine Querwand (s. unten) durch deren Spaltung in zwei Lamellen die Tochterzelle von der Mutterzelle getrennt wird (Fig. 12 auf S. 29, *f*, *g*). Die Conidien vieler Pilze und die Sporen der Hutpilze bilden sich in gleicher Weise. Durch Uebergänge ist die Sprossung indessen mit der gewöhnlichen Zelltheilung verbunden.

Fig. 13.



64. Diese letztere lässt gewisse Typen in folgender Weise unterscheiden:

A. Die Zellhaut bildet sich während der Theilung des Protoplasmakörpers der Zelle (succedane Membranbildung).

Eines der schönsten Beispiele zeigen die Zellen von Spirogyra. Hier beginnt, noch ehe eine Theilung des central gelegenen Zellkernes stattgefunden hat, eine ringförmige Einfurchung den Plasmakörper von aussen her und quer in zwei Theile zu gliedern, die schliesslich nur noch durch einen dünnen Strang zusammenhängen und endlich ganz auseinander

Fig. 13. Freie Zellbildung im Embryosacke der Schminkbohne (Vergr. 670) nach Dippel. *n* sind einzelne Zellkerne, *a* jüngere und *b* etwas ältere Zellen mit noch zarter Membran. In den Zellen *c* und *d* bilden sich im Protoplasma bereits Vacuolen (*v*). Die feinkörnige Substanz, der die Zellen und Zellkerne eingebettet liegen, ist das Protoplasma des Embryosackes.

weichen. Während dieser Furchung und während der Kern sich in zwei Tochterkerne theilt, bildet sich an der Furchungsstelle eine ringförmige Celluloseleiste, die (der Wand der Tochterzelle ansitzend) allmählich nach innen, der Plasmafurchung folgend, wächst, bis sie nach erfolgter Trennung der beiden neuen Plasmakörper ihre letzte enge Oeffnung schliesst und so zur vollständigen Scheidewand der beiden Tochterzellen wird.

Auch bei der Gewebebildung mancher höheren Pflanzen (z. B. bei der Theilung der Endospermzellen der Bohne, der Cambiumzellen der Kiefer) soll die Scheidewand zwischen den Tochterzellen succedan angelegt und nur das letzte schliessende Stück zwischen den Kernen auf einmal ergänzt werden.

Fig. 14.



65. Bei der Pollenbildung der Dicotyledonen (z. B. Tropaeolum) theilt sich zuerst der Zellkern der dickwandigen Mutterzellen in zwei Tochterkerne, die sich aber sofort wieder theilen. Die vier Zellkerne ordnen sich nach den Ecken eines Tetraëders und zwischen ihnen bilden sich Körnerplatten von Plasma, die von aussen her sich je in der Mitte spalten und in Folge dessen den Plasmakörper in vier dicke Lappen theilen, mit deren Entstehung sogleich die Zellstoffausscheidung zu ringsum an die Mutterzellwand sich ansetzenden, keilförmig vorspringenden Membranleisten beginnt (Fig. 12 auf S. 29, *h, i*). Während die Lappung des Plasmas nach innen fortschreitet, wachsen diese Leisten weiter, bis sie nach vollständiger Trennung der vier Plasmaportionen schliesslich im Mittelpunkte der Zelle sich vereinigen. Die sich nun mit einer besonderen Membran umhüllenden Plasmaballen werden zu vier Pollenkörnern.

B. Die Zellhaut wird erst nach vollendeter Theilung des Plasmakörpers gebildet (simultane Membranbildung).

66. Zweitheilung der Zellen, bei welcher die Scheidewand zwischen den beiden schon vorher vollständig getrennten Plasmakörpern der Tochterzellen sofort als eine durch den ganzen Zellraum gespannte dünne Cellulosemembran sichtbar wird, ist bei der Zellvermehrung in den verschiedensten Geweben der Pflanze eine sehr allgemeine Erscheinung. Auch hier geht der Theilung des Plasmaleibes der Mutterzelle (wie es scheint stets) eine Theilung des Zellkernes voraus (Markzellen und Oberhautzellen vieler Dicotyledonen, Pollenmutterzellen der Monocotyledonen u. s. w.). Wie diese Theilung

Fig. 14. Stücke aus dem Zellenfaden eines Oedogonium. In *a* ist bei *c* der Cellulosering für die nächste Theilung gebildet; über demselben liegen fünf von früheren Theilungen herrührende Kappen (*k* in Fig. *b*). In Fig. *b* ist die Membran der Mutterzelle im Umfange des Celluloseringes gerissen und dieser dehnt sich zum neuen Membranstücke aus. *s* Scheidenstück der Mutterzellmembran. (Vergr. 240.)

indessen vor sich geht, ist (wie auch in den bis jetzt angeführten Beispielen) durchaus noch unklar. Die Substanz des Kernes ist weit empfindlicher gegen äussere Eingriffe, als die des übrigen Plasmas, so dass er nicht lange lebend beobachtet werden kann. Da aber nur im lebenden Zustande an Zellkernen wie überhaupt am Plasma angestellte Beobachtungen völligen Werth haben, so müssen neuere, meist an in Alkohol getödteten Zellen gemachte Untersuchungen über die Theilungsvorgänge vorläufig noch mit Vorsicht aufgenommen werden.

67. Die Zelltheilung der Oedogonien ist hier noch insofern zu erwähnen, als bei ihr der Theilung selbst die Ablagerung eines für das intercalare Wachsthum der Membran (§ 21) bestimmten Zellstoffringes vorausgeht. Innerhalb einer schmalen Zone nahe unter der oberen Scheidewand der cylindrischen Zelle wird in Folge localen Dickenwachsthums ein zuerst sehr zarter, bald stärker vorspringender Celluloserring ausgeschieden, welcher mit der Innenfläche der Membran in fester organischer Verbindung steht, aber sehr bald in seiner Substanz einen schmalen, nicht durchgehenden, ringförmigen Querspalt zeigt (Fig. 14 *a, c*). Nachdem die Theilung des Plasmakörpers durch Bildung und Spaltung einer Körnerplatte erfolgt ist, entsteht in der Mutterzellmembran genau über der Mitte des Celluloseringes ein scharfer Querriss, der die Zellwand in ein oberes kappenförmiges und unteres scheidenförmiges Stück spaltet, zwischen denen sich nun rasch der Zellstoffring zu einem cylindrischen Hautstück ausdehnt (Fig. 14 *b*), während gleichzeitig zwischen den getrennten Plasmakörpern die junge Scheidewand sich bildet und von der unteren Tochterzelle so weit emporgehoben wird, dass sie schliesslich über dem Scheidenstücke der alten Membran steht. Bei einer zweiten Theilung der oberen Tochterzelle bildet sich der neue Zellstoffring unterhalb der ersten Kappe, so dass dieser beim abermaligen Aufreissen der Membran eine zweite zugefügt wird. Vor der dritten Theilung wird der Zellstoffring unter der zweiten Kappe angelegt und so fort, so dass aus der Zahl der über einander stehenden Kappen die Zahl der erfolgten Theilungen hervorgeht.

68. Die Sporen der Schachtelhalme werden durch simultane Viertheilung der Mutterzelle nach den Ecken des Tetraëders gebildet, so dass sie wie die Blüthenstaubkörner der Dicotyledonen geordnet sind. Die Zellmembran um jede der vier Zellen bildet sich aber erst nach völliger Trennung der betreffenden Körnerplatten. Auch bei anderen höheren Kryptogamen erfolgt die Entwickelung der vier in einer Zelle liegenden Sporen häufig in ähnlicher Weise.

Zahlreiche Tochterzellen entstehen in den Sporangien der Saprolegnieen, denen der Zellkern fehlt. Hier bilden sich viele netzförmig zusammentretende Körnerplatten im Protoplasma, so dass letzteres in eine grosse Anzahl polyëdrischer Portionen getheilt wird, die sich nach Spaltung der trennenden Körnchenplatten abrunden und nach Entwickelung ihrer Wimpern als Schwärmzellen die Mutterzelle verlassen, um erst kurz vor der Keimung sich mit einer Zellhaut zu umkleiden. In geringerer Anzahl, aber in ähnlicher Weise, werden bei denselben Pflanzen die Eizellen in den Oogonien entwickelt.

2. Die Zelle in Verbindung mit anderen Zellen zu Geweben.

A. Allgemeine Erläuterungen.

69. Viele der niedersten Gewächse sind einzellig, d. h. die einzelne Zelle für sich ist zugleich das ganze Individuum; in der einzelnen Zelle vollziehen sich alle Ernährungsvorgänge und die Fortpflanzung, welche sonst an die verschiedensten Zellen gebunden sind. Sämmtliche höher organisirte Pflanzen jedoch, von den vollkommeneren Algen und Pilzen an aufwärts, bestehen im völlig entwickelten Zustande stets aus mehreren, gewöhnlich aus zahlreichen Zellen, welche in ihrer Gemeinschaft ein Gewebe bilden, d. h. eine von gemeinsamen Wachsthumsgesetzen beherrschte Vereinigung von Zellen.

Solche Gewebe können in dreifacher Weise entstehen. Es können anfänglich freie, d. h. vollständig von einander isolirte Zellen durch gegenseitige Annäherung und endliches Aneinanderlagern so verschmelzen, dass ihre Grenzflächen undeutlich werden und sie einen vielzelligen Körper bilden. Auf diese Weise entwickeln sich die scheibenförmigen Körper von Pediastrum und die hohlen Netze von Hydrodictyon unter den Algen aus Schwärmsporen, sowie das Sameneiweiss einer grossen Anzahl von Blüthenpflanzen (z. B. der Schminkbohne — Fig. 13) aus frei im Embryosacke gebildeten Zellen. In anderen Fällen wachsen zahlreiche aus Zellenreihen bestehende, meist reich verzweigte Fäden so neben und durch einander, dass dadurch verschieden gestaltete Gewebekörper aus sogenanntem Filzgewebe zu Stande kommen, wie das Laub der Flechten und die Fruchtkörper der Pilze (Champignon). Vielfach schwellen dabei die einzelnen Zellen der Fäden durch späteres Wachsthum so sehr an, dass sich diejenigen benachbarter Fäden ineinander schieben, gegenseitig durch Druck abflachen und so auf Durchschnitten das Aussehen eines von Anfang an aus allseitig verbundenen Zellen gebildeten Gewebes gewähren (Scheingewebe, Pseudoparenchym).

Drittens entsteht aber bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen das Gewebe ihres Körpers oder seiner einzelnen Organe in der Weise, dass die von Anfang an mit einander in Verbindung bleibenden Zellen sich durch oft wiederholte Zweitheilung so vermehren, dass sich die späteren Zellengenerationen auf eine einzige oder wenige Mutterzellen zurückführen lassen.

70. Die zu Geweben verbundenen Zellen können in Folge verschiedener Aneinanderreihung dem betreffenden Gewebe ein sehr charakteristisches Aussehen verleihen. Bei den Fadenalgen (Confervaceen und Verwandten) und Fadenpilzen (z. B. Schimmelpilzen) bilden die gleichartigen, meist cylindrischen Zellen einen Zellenfaden oder eine Zellenreihe, die sich durch stete Quertheilung ihrer Endzelle oder auch durch gleichzeitige Theilung von Gliederzellen verlängern und in Folge localen Spitzenwachsthums der Zellenwand einzelner Gliederzellen (§ 21) verzweigen kann.

Sind die Zellen nach den Richtungen der Fläche so verbunden, dass die Dicke der ganzen Schicht nur einer Zelle entspricht, so bildet das Gewebe eine Zellenschicht. Die Blätter der Lebermosse, gewisse Algen

(Ulvaceen), viele schuppenförmige Haare u. s. w. liefern hierfür Beispiele. Ferner sind bei höher organisirten Pflanzen die Oberhaut und die Scheidewände zwischen umfangreichen Luftgängen in den Stengeln und Blattstielen (Nymphaea, Hippuris etc.) gewöhnlich aus einer Zellenschicht gebildet.

Als Zellengruppen oder Nester bezeichnet man rundliche Anhäufungen gleichartiger Zellen, wie beispielsweise die Steinzellen in manchen weichen Geweben (Birnen).

Zellenstränge oder Zellenbündel sind faden- oder bandartige, langgestreckte Zellverbände, die sich von den Zellenreihen durch zahlreiche Zellen auf dem Querschnitte unterscheiden (Bastbündel vieler Pflanzen u. s. w.).

71. Je nach Form und gegenseitiger Berührung der Zellen werden ferner Parenchym und Prosenchym unterschieden.

Als Parenchym oder parenchymatisches Gewebe bezeichnet man ein solches Gewebe, dessen weitlöhlige, meist dünnwandige, rundliche oder polyëdrische Zellen, in der Regel nicht bedeutend länger als breit (isodiametrisch), oder bei stärkerer Streckung in langgestreckten Organen wenigstens an ihren beiden Enden quer abgestutzt sind. Sie sind ferner unregelmässig oder reihenweise so gelagert, dass zwischen ihnen engere oder weitere Lücken (Zwischenzellräume, Intercellularräume — § 74) bleiben. Sind die Parenchymzellen rundlich oder mit Ausbuchtungen oder Aesten versehen, die Zwischenzellräume sehr weit, das ganze Gewebe daher locker, so spricht man von Schwammparenchym (Gewebe vieler Blätter, Mark von Juncus etc. — Fig. 10 *a*), von Pallisadenparenchym dagegen, wenn die seitlich dichter zusammenliegenden Parenchymzellen senkrecht zur Oberfläche des betreffenden Organes gestreckt sind (Zellschicht unter der oberen Epidermis vieler Blätter).

Beim Prosenchym oder prosenchymatischen Gewebe sind die einzelnen Zellen (Faserzellen) lang gestreckt, meist sehr dickwandig, an beiden Enden zugespitzt und so ineinander geschoben, dass zwischen ihnen keine Lücken übrig bleiben (Holz- und Bastzellen).

72. Berücksichtigt man die Bedeutung der Gewebe für die Entwickelungsgeschichte der Organe, so lässt sich zwischen Theilungs- und Dauergeweben unterscheiden.

Ein Theilungsgewebe oder Meristem wird aus Zellen gebildet, die bei langsamem Wachsthum sich derart theilen, dass die einen, meist viel kleineren, dünnwandigen, mit reichem Plasmainhalte versehenen Tochterzellen fortfahren, sich in gleicher Weise zu theilen, während die anderen, rascher wachsenden Tochterzellen früher oder später in Dauerzellen (s. unten) übergehen. An den äussersten Stengel- und Wurzelspitzen, in den jüngsten Blättern und Keimlingen findet man ein derartiges Theilungsgewebe, aus dem alle anderen Gewebesysteme hervorgehen: das Urmeristem (§ 112), während ein Folgemeristem in dünnen Zellenschichten häufig zwischen bereits existirenden Dauergeweben in älteren Theilen der Pflanze entweder von Anfang an erhalten bleibt (Cambium — § 125) oder neu auftritt (Korkcambium oder Phellogen — § 92), um durch Bildung neuer Dauergewebe die vorhandenen älteren zu verstärken.

Als **Dauergewebe** bezeichnet man aber alle Gewebe, deren nicht mehr theilungsfähige Zellen nach bestimmtem Wachsthum endlich in irgend einer Form ihre definitive Ausbildung erlangt haben (Kork, Holz u. s. w.).

73. In sehr jugendlichen Geweben sind die trennenden Wände zwischen benachbarten Zellen dünn und erscheinen auch unter den stärksten Vergrösserungen nur als einfache Celluloselamelle. Bei manchen Geweben ist dies auch später selbst bei stärkerer Verdickung der Wand noch der Fall. Sehr häufig aber wird in der Zellwand eine das Licht anders brechende Lamelle kenntlich, welche gewissermaassen dieselbe in der Weise trennt, dass nun die eine der beiden seitlichen Lamellen der einen Zelle, die andere der anderen Zelle allein angehört, die neu auftretende Mittellamelle dagegen beiden Zellen gemeinsam ist (Fig. 15 *i*). Es sieht aus, als ob die Zellen in einer Grundmasse eingebettet lägen oder eine trennende Substanz zwischen sich nachträglich ausgeschieden hätten, zwei Ansichten, die früher gültig waren, heute aber, als hauptsächlich gegen die Gesetze des Wachsthums durch Intussusception streitend, verworfen werden müssen. Die Zwischenlamelle ist vielmehr eine physikalisch und chemisch differenzirte Mittelschicht der ursprünglichen, homogenen Zellhaut. Sie wird als **Intercellularsubstanz** bezeichnet. Bei vielen Tangen, im Sameneiweiss von Ceratonia, Gleditschia etc., ist die Intercellularsubstanz mächtig entwickelt, so dass die beiderseitige Celluloselamelle im Verhältniss zu ihr sehr dünn erscheint. Sie ist ferner bei diesen Pflanzen verschleimt (§§ 33, 34) und im trockenen Zustande hornig, im wasserdurchtränkten stark gequollen, und färbt sich mit Jod und Schwefelsäure nicht blau, ist also keine reine Cellulose. In den meisten Fällen jedoch, besonders bei verholzten Geweben, ist die Intercellularsubstanz die am stärksten cuticularisirte Zellstoffschicht der Wand. Sie bricht das Licht sehr stark, gewöhnlich röthlich und tritt schon dadurch scharf hervor. Mit Jod färbt sie sich meistens röthlichbraun, während die weniger cuticularisirten Schalen der Wand und die Celluloselamelle (die innerste, direct an das Lumen der Zelle stossende Schicht) mehr braun bis braungelb gefärbt werden. In concentrirter Schwefelsäure bleibt sie nach Quellung und Lösung der übrigen Wandschichten bei feinen Querschnitten als ein zartes, sich nicht lösendes Netzwerk zurück, während sie sich beim Kochen in einem Gemisch von Salpetersäure und chlorsaurem Kali vollständig und allein löst, so dass dies Verfahren zur Isolirung (Maceration) der Zellen verwendet werden kann.

Fig. 15.

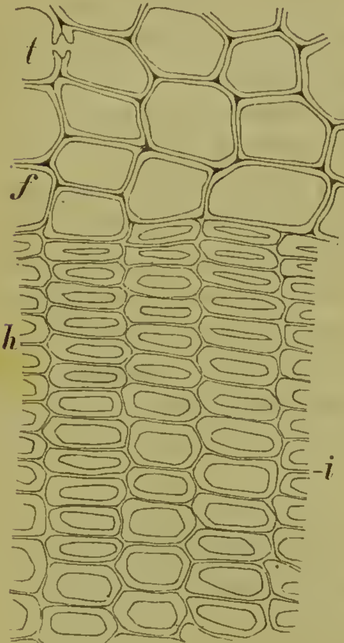


Fig. 15. Querschnitt aus dem Holze von Pinus Strobus an der Grenze zweier Jahresringe (Vergr. 240). *f* Frühjahrsholz; *h* Herbstholz; *i* Intercellularsubstanz, deren Lamellen im Frühjahrsholze schwarz gezeichnet wurden; *t* Tüpfel.

74. Bei allen Zelltheilungen wird die zwischen den sich trennenden oder bereits getrennten Protoplasmakörpern der Tochterzellen durch die Thätigkeit des Plasmas ausgeschiedene Zellstoffhaut stets als ein einheitliches Ganzes organisirt, niemals in Form zweier Platten gebildet, welche etwa durch einen Spalt getrennt wären und von denen je eine einer der beiden Tochterzellen angehörte. Man bemerkt daher auch niemals inmitten einer solchen jugendlichen Membran einen Spalt und die im § 73 dargestellten Verhältnisse sprechen ebenfalls gegen eine solche Auffassung. Erst im späteren Alter tritt dagegen in Folge von Spannungen, durch ungleiches Wachsthum der Zellen veranlasst, eine theilweise Trennung ihrer Membranen da ein, wo drei oder mehr sich abrundende Zellen mit ihren Ecken und Kanten aneinander stossen. Hier bilden sich durch Auseinanderweichen der Zellen meist drei- oder vierseitige, engere oder weitere Canäle (Fig. 9 *d* und 10 *a, i*), die Intercellularräume oder Intercellulargänge, die sich alsbald mit Luft füllen. Durch weiteres Wachsthum der angrenzenden Zellwände erweitern sie sich oft in bedeutendem Maasse (Fig. 10 *a, i*) und dadurch, dass an den meisten Kanten der betreffenden Gewebezellen die Bildung von Zwischenzellräumen nahezu gleichzeitig erfolgt, treten sie unter einander zu einem Luft oder ähnlich gemischte Gasgemenge (selten Wasser) führenden Canalsystem zusammen, das schliesslich durch die Spaltöffnungen der Oberhaut (§ 81) mit der äusseren atmosphärischen Luft in Verbindung tritt und den Gasaustausch zwischen dieser und dem Inneren der Pflanze vermittelt (vgl. den Abschnitt: „Die Bewegung der Gase in der Pflanze").

75. In vielen Fällen erweitern sich die Intercellulargänge auch durch Wachsthum und weitere Theilungen der umgebenden Zellen zu ansehnlichen, oft schon dem unbewaffneten Auge sichtbaren Gängen, welche grössere Strecken des Gewebes, oft ganze Internodien eines Stengels, der Länge nach durchziehen. Sind diese mit Luft gefüllt, so heissen sie Luftcanäle (Blattstiel der Nymphaeaceen; Stengel von Hippuris, Elodea, Myriophyllum; überhaupt die Gewebe vieler Sumpf- und Wasserpflanzen). Oft dagegen werden in derartige Intercellularräume hinein Harze (Nadelhölzer), ätherische Oele (Doldengewächse), Gummi (Cycadeen) oder Milchsaft (Aroideen) von den benachbarten Geweben ausgeschieden; sie führen dann die Namen Harz-, Oel-, Gummi- oder Milchsaftgänge (§ 110).

76. Aehnlich wie die Intercellularräume bilden sich oft ganz local mehr oder minder ausgedehnte Spalten inmitten einer Scheidewand zweier Zellen. Dieselben sind dann entweder als flache Höhlungen kenntlich; oder die eine der beiden durch die Spalte getrennten Wandlamellen oder beide erfahren an der Spaltungsstelle sehr starkes locales Flächenwachsthum und falten sich in Folge dessen mehr oder minder weit in die Zellhöhlung hinein (Parenchymzellen der Blätter von Pinus, Querwände der Spirogyra-Zellen etc.).

Endlich können auch ganze Zellgewebe in Folge durchgehender Spaltung ihrer Membranen in zwei Lamellen bei Abrundung der Zellen sich in völlig isolirte Zellen auflösen: Zellen der reifen Schneebeere und anderer saftiger Früchte, Mutterzellen von Sporen und Pollen.

Von den in den §§ 74—76 erläuterten Fällen der Entstehung inter-

cellularer Räume durch Spaltung von Membranlamellen (schizogene Intercellularräume) hat man diejenigen zu unterscheiden, bei welchen sich Zwischenzellräume durch Desorganisation, Auflösung oder auch Zerreissung bestimmter Zellen oder Zellengruppen bilden (lysigene Intercellularräume). Auch diese können dann Gase oder Secrete als Inhalt führen (§ 110). Als Beispiele sind hier zu erwähnen: die durch Desorganisation entstehenden Gummigänge der Marattiaceen und die durch Zerreissung bestimmter Gewebe gebildeten und Luft führenden Gänge und Höhlungen der Stengel von Equisetum, Gräsern, Umbelliferen etc., der Blätter von Iris, Typha u. s. w.

B. Die ausgebildeten Gewebe.

Die fertig ausgebildeten Gewebe des höher organisirten Pflanzenkörpers ordnen sich nach gewissen Gesetzen in bestimmte Gewebesysteme, von denen einzelne schwer auseinander zu halten sind, von denen man aber vielleicht drei Haupttypen unterscheiden kann; das Hautgewebe, das Fibrovasalsystem und das Grundgewebe, deren charakteristische Eigenschaften einzeln besprochen werden müssen.

1. Das Hautgewebe.

77. Das Hautgewebe, welches nur an der Oberfläche körperlicher Gewebemassen auftritt, ist bei niederen Gewächsen nicht oder nur wenig entwickelt. Bei den Lagerpflanzen (Thallophyten) werden die Zellen nach der Oberfläche des betreffenden Organes zu häufig allmählich kleiner, dickwandiger und in ihren Wänden oft gefärbt (viele Tange, Flechten und Pilze), und in manchen Fällen lassen sich derartige äussere Schichten auch wohl als eine Art Haut vom darunter liegenden Gewebe abziehen, oder sie lösen sich im natürlichen Verlaufe der Entwickelung selbst los (bei manchen Hut- und Bauchpilzen). Auch bei vielen Moosen ist nur in dem eben angedeuteten Sinne ein Hautgewebe vorhanden (die meisten Lebermoose und Stengel der Laubmoose). Bei manchen Moosen (Marchantiaceen, Stengel von Sphagnum, Moosfrucht), sowie bei den übrigen Axenpflanzen ist dagegen eine äussere Gewebelage nicht allein schärfer gegen das darunter liegende Gewebe abgesetzt, sondern sie tritt auch mit ganz anderem morphologischen Charakter auf. Dies geschieht um so auffallender, je mehr das betreffende Organ dem Lichte und der Luft ausgesetzt und je länger die Lebensdauer desselben ist, während an unterirdischen oder unter Wasser wachsenden Pflanzentheilen der Gegensatz zwischen Haut- und Grundgewebe weniger hervortritt. In vielen Fällen wird das Hautgewebe nur aus einer einzigen Zellenlage gebildet (Blätter, viele Stengel u. s. w.), die sich häufig durch nur ihr eigenthümliche Organe, die Spaltöffnungen (§ 81), und durch Entwickelung von Haaren (§ 86) auszeichnet und als Oberhaut oder Epidermis bezeichnet wird. In anderen Fällen erleidet diese Zellenlage noch nachträgliche tangentiale Theilungen. Von der äussersten, Oberhaut bleibenden Zellschicht werden dann andere Zellenlagen nach innen abgeschieden (bei gewissen Pflanzen Kork — § 91, bei anderen sogenannte Wassergewebe — § 89). In noch anderen Fällen endlich wird das Hautgewebe durch Zellbildungen verstärkt, die zwar nicht aus Theilungen der Oberhaut, sondern

aus solchen des unter dieser liegenden Grundgewebes hervorgehen, welche jedoch physiologisch wie das Hautgewebe sich verhalten oder dieses später nach seiner Zerstörung sogar vertreten: Hypoderm (Collenchym, Sclerenchym, Kork — §§ 90—94).

a. Die Oberhaut.

78. Die Oberhaut oder Epidermis wird also nur aus einer einzigen, oberflächlichen Zellenlage gebildet, deren Zellen entweder mehr oder weniger stark in der Richtung der Längsaxe des betreffenden Organes gestreckt (Wurzeln, viele Stengel, Blätter vieler Monocotyledonen) oder breit tafelförmig sind (bei Blättern mit breiter Fläche). In beiden Fällen sind die Seitenwände entweder gerade oder wellenförmig so gebuchtet, dass die Ausbuchtungen benachbarter Zellen lückenlos in einander greifen (Fig. 17). Mit Ausnahme der Spaltöffnungen besitzt überhaupt die Oberhaut mit sehr seltenen Ausnahmen (Blattstielbasis von Osmunda) keine Intercellularräume. Ebenso sind die Oberhautzellen mit Ausschluss der Spaltöffnungszellen meist frei von Chlorophyll und Stärke (bei Wasserpflanzen und manchen Farnblättern sind solche vorhanden); dagegen führen sie manchmal Anthocyan (§ 55) in solcher Menge, dass die grüne Färbung der unter ihnen liegenden Gewebe durch dasselbe verdeckt wird (rothe Stengel u. s. w.).

79. Die Wände der Epidermiszellen sind meistens ungleich in der Weise verdickt, dass die freie Aussenwand bedeutend stärker ist, als die zarter bleibende Innenwand und die Seitenwände. Letztere verdicken sich häufig derart, dass die Verdickung der Aussenwand (im senkrechten Durchschnitte gesehen) keilförmig auf sie übergeht und entweder allmählich verläuft oder plötzlich aufhört, oft noch die untere Partie der Wand frei lassend (Fig. 16 A). An der ausgebildeten Oberhaut ist mit dieser Verdickung Schichten- und Schalenbildung verbunden (Fig. 16). Die äusserste Lamelle der Aussenwand ist stets stark cuticularisirt und läuft über die ganze Fläche des betreffenden Organes als ein scharf gegen die tiefer liegenden Lamellen abgesetztes, stark lichtbrechendes Häutchen, die echte C u t i c u l a (Fig. 16 A, *c*), hin, die sich bei vorsichtiger Maceration mit Kali oder verdünnten Säuren oft auf weite Strecken von den unter ihr liegenden Membranschichten abheben lässt. Ueber ihr Verhalten gegen Reagentien vgl. § 33. Häufig zeigt die Cuticula auf ihrer freien Oberfläche locale Verdickungen in Form von Höckerchen, Stacheln oder Leisten geringen Umfanges (Blätter von Helleborus). Bei zarter Oberhaut bedeckt die Cuticula unmittelbar die aus reiner Cellulose bestehende Membranschicht der Aussenwände; bei dickledrigen Blättern und der derben Oberhaut vieler Stengel liegen aber zwischen Cuticula und einer innersten, die Zellhöhlung auskleidenden Lamelle aus reiner Cellulose (Fig. 16 A, *ce*) häufig noch schwächer cuticularisirte Schichten oder C u t i c u l a r s c h i c h t e n (Fig. 16 A, *cu*), die mit Jod und Schwefelsäure von innen nach aussen die verschiedensten Farbentöne von Grünblau durch Grünbraun bis zum fast reinen Braun zeigen und dadurch den jedesmaligen Grad der Cuticularisirung angeben. Ebenso ist häufig eine mittlere, nach aussen an die Cuticularschichten schliessende Lamelle der Seitenwände in Intercellularsubstanz umgewandelt, oder es greifen von der Cuticula aus

nach innen plattenartige Vorsprünge zwischen die seitlichen cuticularisirten Schichten als sogenannte Grenzlamellen oder Grenzschichten ein (Fig. 16 A und B, *g*).

80. Einlagerung unorganischer Substanz, besonders der Kieselerde, in die Oberhaut wurde schon in §§ 35 und 36 erwähnt. Bei manchen Pflanzen ist den cuticularisirten Wandschichten noch sogenanntes Wachs ein- oder aufgelagert, das wahrscheinlich erst in der Zellwand selbst gebildet wird. Dasselbe ist ein Gemenge von zwei oder mehreren Fetten mit häufig geringeren (Wachs von Copernicia) oder grösseren Mengen (Wachs von Ceroxylon) von Harz und in kaltem oder heissem Alkohol oder Aether mehr oder minder leicht löslich. Wo das Wachs der Membran eingelagert ist, lässt es sich erst durch Erwärmen derselben für's Auge nachweisen, da es dann in Tröpfchen an die Oberfläche tritt. Aufgelagert ist es in stärkeren Lagen meist mit blossem Auge sichtbar. Unter dem Mikroskope erscheint es dann entweder in Form membranähnlicher Krusten (homogene, durchsichtige Glasur bei Sempervivum tectorum — durchsichtige Schüppchen und Blättchen bei Portulaca oleracea, Opuntia u. s. w. — dicke, durchscheinende Krusten, von häufig gestreiftem oder geschichtetem Bau bei Euphorbia canariensis, Myrica-Früchten, Stämmen der Wachspalmen) — oder als ein Ueberzug von senkrecht stehenden, langen, dünnen, gekrümmten oder lockenartigen Stäbchen (Blätter von Musaceen und Cannaceen, Zuckerrohr etc.), die dem unbewaffneten Auge als ein mehlartiger Anflug erscheinen — oder als ein Haufwerk zarter Stäbchen, Nädelchen oder Körnchen, die in mehreren Lagen über einander liegen (viele Gräser, z. B. Roggen, bereifte Eucalyptus- und Acacia-Blätter, Ricinus, Nadeln von Abies pectinata u. s. w.) — oder endlich in den allerhäufigsten Fällen in Form des körnigen Reifüberzuges aus in einer Schichte liegenden,

Fig. 16.

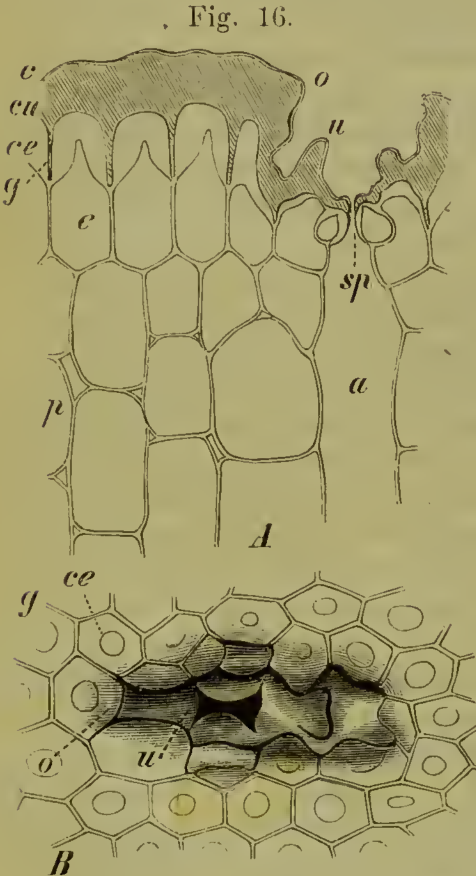


Fig. 16. A. Querschnitt der Epidermis des Blattes von Agave americana (Vergr. 240); *c* Cuticula, *cu* die (in der Zeichnung schraffirten) Cuticularschichten und *ce* die Celluloseschichten der Aussenwand der Epidermiszellen *e*; *g* Grenzschichten; *p* Blattparenchym; *a* Athemhöhle; *sp* Spaltöffnung; *u* unterer und *o* oberer Wall der Epidermisgrube oberhalb der Spaltöffnung. — B. Grube über der Spaltöffnung von der Fläche gesehen; von den Oberhautzellen sind bei tieferer Einstellung die Grenzschichten (*g*) der Aussenwand gezeichnet; sonst die Buchstaben wie in Fig. A.

vereinzelten oder gedrängten Körnchen (Liliaceen, Irideen, Brassica oleracea etc. etc.). Nach ihrem Verhalten zum polarisirten Lichte lassen sich manche Wachsüberzüge (Copernicia, Myrica, Saccharum) als krystallinisch und doppelt-lichtbrechend erkennen.

81. Die **Spaltöffnungen** sind Intercellularräume der Epidermis, welche mit den Intercellulargängen des Innengewebes in Verbindung stehen und so den Gasaustausch der Pflanze mit der umgebenden Luft erleichtern. Gewöhnlich münden sie in einen unmittelbar unter ihnen und den benachbarten Oberhautzellen gelegenen grösseren Intercellularraum: die **Athemhöhle** (Fig. 16 A, *a*). Sie finden sich fast nur an oberirdischen Organen, in grösster Menge an den Laubblättern, bei denen sie auf einem Quadratmillimeter gewöhnlich bis zu 300, in selteneren Fällen selbst bis zu 700 vorkommen, häufig auf beiden Flächen gleichzeitig oder nur auf der Unterseite oder der Oberseite (letzteres bei auf dem Wasser schwimmenden Blättern). In der Epidermis der Wurzeln sind sie niemals, an gänzlich untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen nur selten vorhanden. Bei manchen Pflanzen liegen sie ganz unregelmässig, bei anderen in regelmässige Reihen vertheilt (Schachtelhalme etc.).

Fig. 17.



82. Bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen wird die Spaltöffnung durch zwei eigenthümliche, halbmond- oder nierenförmige

Fig. 17. *a* Epidermiszellen eines Iris-Blattes mit zwei Spaltöffnungen (*s* — von unten gesehen). *b* Stück der Epidermis eines sehr jugendlichen Blattes von Iris mit den Mutterzellen (*s*) der Spaltöffnungen. *c* Ein solches etwas älter, die Spaltöffnungsmutterzellen bereits getheilt, aber der Porus noch nicht gebildet. *d* Oberhautzellen mit Spaltöffnung von Asplenium bulbiferum. *e* Anlage der Spaltöffnungs-Mutterzelle (*s*) in einer Oberhautzelle derselben Pflanze. *f* Stück der Oberhaut von Commelina communis nach Strasburger; *s* sind die jugendlichen, von den Nebenzellen umgebenen Schliesszellen der Spaltöffnung. *g* Zwei Oberhautzellen des Blattes von Aneimia Phyllitidis mit einer Spaltöffnung; *s* deren Schliesszellen, *p* Porus. *h* Eine junge Spaltöffnung derselben Pflanze im senkrechten Durchschnitt; *s* Schliesszellen, deren Porus noch nicht gebildet ist. *i* Senkrechter Durchschnitt der vier jugendlichen Schliesszellen einer Spaltöffnung von Equisetum limosum, nach Strasburger.

Zellen, die Schliesszellen (Fig. 17 *a, g: s*) gebildet, welche zwischen sich einen schmalen, von der Fläche gesehen meist linsenförmigen Spalt, den Porus (Fig. 17 *g: p*), lassen, und die bei langgestreckten Organen auch gewöhnlich parallel der Längsaxe dieser gestreckt oder gestellt sind (Fig. 17 *a*). Häufig sind die Schliesszellen noch von zwei und mehr Zellen umgeben, welche abweichend von den übrigen Epidermiszellen gestaltet sind und als Hülfsporenzellen oder Nebenzellen bezeichnet werden (Fig. 17 *f*). In anderen Fällen liegen die Schliesszellen selbst frei inmitten einer grossen Epidermiszelle, wie bei einigen Farnen (Fig. 17 *g*). Wo die übrigen Oberhautzellen chlorophyllfrei sind, enthalten die Schliesszellen der Spaltöffnung häufig Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen. In Bezug auf die umgebenden Zellen der Oberhaut liegen ferner die Schliesszellen mit diesen in gleicher Höhe, oder sie sind etwas höher gestellt (Fig. 17 *h*), oder sie liegen (namentlich bei stark verdickter Aussenwand der Epidermiszellen sehr auffallend — Fig. 16 A) mehr oder weniger tief unter dem Niveau der übrigen Oberhautzellen, Verhältnisse, die durch die verschiedenartige Wachsthumsweise der Oberhautzellen nach Anlage der Spaltöffnungen leicht erklärt werden. Von der Cuticularisirung werden meistens nur die Aussenwände der Schliesszellen betroffen, welche gleich denen der übrigen Oberhautzellen oft auch stärker verdickt sind (Fig. 17 *h*). Wo Wachsablagerungen vorkommen, lassen diese die Schliesszellen ganz frei, oder sie sind auf ihnen spärlicher.

83. Die Entwickelung der Spaltöffnungen erfolgt in der Weise, dass durch Theilung einer jungen Oberhautzelle ein gewöhnlich kleineres Stück derselben als Mutterzelle der Schliesszellen abgeschnitten wird. Bei langgestreckten Epidermiszellen ist die an dem einen Ende derselben abgegliederte Mutterzelle fast cubisch (Fig. 17 *b: s*). Durch eine senkrecht auf die Oberfläche gestellte Längswand theilt sich dieselbe unmittelbar in die beiden rechts und links gelegenen jungen Schliesszellen (*s* in Fig. 17 *c*), welche weiter wachsend zunächst ihre Wände wie die der übrigen Epidermiszellen verdicken; namentlich verdickt sich die Scheidewand der beiden Schliesszellen gewöhnlich dort stärker, wo sie innen und aussen den Wänden der Mutterzelle anstösst. Die Schliesszellen streben dabei sich mehr oder weniger abzurunden; später differenzirt sich die anfänglich einheitliche Lamelle der Längsscheidewand in zwei Lamellen, die sich endlich eine Strecke weit so von einander trennen, dass in der Mitte der Schliesszellen ein kürzerer oder längerer, die ganze Höhe derselben durchsetzender Spalt (Porus) gebildet wird, wobei die Trennung bald von aussen, bald von innen her beginnt und beide Schliesszellen halbmondförmig an der betreffenden Stelle auseinander weichen.

84. Aehnlich ist die Anlage der Spaltöffnung bei vielen anderen Pflanzen, bei denen die Oberhautzellen auch nicht so gestreckt sind, wie in Fig. 17 *a—c*. Bei Plantagineen, Sileneen, Oenothereen, vielen Farnen u. s. w. wird aus der Epidermiszelle durch eine Uförmig gebogene Wand zunächst eine Tochterzelle herausgeschnitten, die entweder unmittelbar zur Spaltöffnungsmutterzelle wird und durch eine Längswand sich theilt, oder in welcher durch eine zweite gleichlaufende oder entgegengesetzte Uförmige

Wand sich erst die Mutterzelle bildet (Fig. 17 *c* jung, *d* fertig). Aehnliche, die Mutterzelle der Schliesszellen vorbereitende Theilungen finden bei den verschiedensten Pflanzen und in wechselnder Weise statt (Crassulaceen, Cruciferen, Papilionaceen u. s. w.). Die durch sie erzeugten Zellen umgeben dann als die schon erwähnten Nebenzellen die Spaltöffnung. In anderen Fällen (bei Gramineen, Cyperaceen, Juncaceen, überhaupt vielen Monocotyledonen) werden letztere jedoch erst nach Anlage der schon durch die erste Theilung fertigen Spaltöffnungsmutterzelle von den benachbarten Epidermiszellen durch nachträgliche Theilwände abgeschnitten (Fig. 17 *f*).

85. Die eigenthümlichen Spaltöffnungen mancher Farnkräuter (Aneimia etc. — Fig. 17 *g*) entstehen dadurch, dass durch eine ringförmige Wand, die nur die Aussen- und Innenwand der Oberhautzelle berührt, eine etwa kegelförmige Mutterzelle so herausgeschnitten wird, wie ein Korkbohrer aus einem Korke ein Stück herausschält.

Bei den Schachtelhalmen endlich wird die Mutterzelle der Spaltöffnung zuerst durch eine schief rechts liegende, dann durch eine zweite schief und links fallende Längswand in drei neben einander liegende Zellen getheilt, von denen die mittlere noch einmal eine Längstheilung erfährt. Von den vier neben einander liegenden Zellen (Fig. 17 *i*) werden beim weiteren Wachsthum die beiden mittleren nach unten gedrückt, während die beiden seitlichen nach oben rücken, so dass die Spaltöffnung aus zwei über einander liegenden Paaren von Schliesszellen gebildet wird.

Bei vielen Pflanzen liegen über den Enden der in den Blättern verlaufenden Gefässbündel, meist nahe am Blattrande, auf den Zähnen desselben und fast ausnahmslos auf der Oberseite des Blattes, Spaltöffnungen mit bestimmter Function, welche auch wohl als Wasserspalten oder Wasserporen von den gewöhnlichen Spaltöffnungen (Luftspalten) unterschieden worden sind. Sie führen nämlich wenigstens zeitweise in ihrem Porus und in der unter ihnen gelegenen Athemhöhle Wasser, das von hier aus in Tropfenform an die Blattoberfläche ausgeschieden wird (vgl. den Abschnitt „Wurzeldruck"). Manchmal zeichnen sie sich auch durch bedeutendere Grösse und etwas abweichende Gestalt vor den normalen Spaltöffnungen aus.

86. Die Haare sind Bildungen des Hautgewebes, entweder der Oberhaut allein oder dieser und des darunter liegenden Gewebes. Sie treten in äusserst mannigfaltigen Gestalten auf und zeigen oft bei derselben Pflanze neben einander oder auf verschiedenen Theilen derselben die abweichendsten Formen (z. B. beim Kürbis — Fig. 18 *o*—*t*). In den einfachsten Fällen ist es eine einzelne jugendliche Epidermiszelle, welche ihre Aussenwand papillenartig zur Anlage des Haares emporwölbt. Bei vielen Blumenblättern bedingen dergleichen schlankere oder stumpfere kegelartige Papillen, die entweder durch Scheidewand von ihrer Mutterzelle abgegrenzt werden (*r'*) oder mit ihr in Verbindung bleiben (*r*), den eigenthümlichen sammetartigen Glanz dieser Organe. In anderen Fällen wächst die Zellpapille zum langen, ungegliederten, cylindrischen Schlauche aus (Wurzelhaare — *a*, viele Wollhaare), der oft durch unregelmässige Ausbuchtungen in Folge localen Membranwachsthums ganz eigenthümliche Formen erhält (*d*); oder der Haarschlauch gliedert sich während seines Wachsthums durch Querwände in eine

Zellenreihe (*e*, *s*, *r*), deren Endzelle entweder zugespitzt ist (*e*, *s*), oder kopfförmig anschwillt (*f*), oder sonstige, oft unregelmässige Gestalt annimmt (*g*).

Fig. 18.



Häufig erleidet die kopfige Endzelle des sogenannten Köpfchenhaares weitere Quer- (*o*) oder Vertikaltheilungen oder beide zusammen (*l*, *p*, *q*). Bei

Fig. 18. Verschiedene Haarformen: *a* Wurzelhaare eines Farnvorkeimes (Vergr. ca. 100). *b* und *c* Junges und altes Brennhaar von Urtica dioica (Vergr. 80). *d* Haar aus dem Schlunde der Blumenkrone von Viola tricolor (Vergr. 150). *e* Stengelhaar von Stachys lanata (Vergr. 60). *f* Haar vom Blüthenstiele eines Pelargonium (Vergr. 115). *g* Haar von Tanacetum Meyerianum (Vergr. ca. 150). *h* und *i* Junges und altes Haar vom Blatte des Verbascum Thapsus (Vergr. *h* = 300, *i* = 70). *k* Sternhaar von Deutzia scabra, zwei Strahlen in der Flächenansicht, die drei oberen Strahlen im Durchschnitt gezeichnet (Vergr. 70). *l* Drüsenhaar vom Blüthenstiele der Calendula officinalis (Vergr. 240). *m* Haar vom Blüthenstiele der Scrophularia nodosa (Vergr. 300). *n* Junges Drüsenhaar vom Blatte der Johannisbeere; die Cuticula ist durch reiche Harzabsonderung emporgehoben, der vom Harz erfüllte Hohlraum zwischen derselben und den abscheidenden Zellen schraffirt (Vergr. ca. 300). *o*—*t* Verschiedene Haarformen vom Kürbis. *u* Dickwandiges Borstenhaar der jungen Blätter von Rubus Hofmeisteri, mit drei spaltenförmigen Tüpfeln im unteren Theile der Wand. *v* Haarpapillen aus dem Schlunde der Blumenkrone von Primula sinensis. *w* Junges Drüsenhaar von Cannabis sativa. *v'* Haar von der Blüthe der Salvia gesnerifolia. (*o*—*v'* schwach vergrössert.)

Vertikaltheilung sind die Scheidewände häufig sehr regelmässig radial gestellt (*m*, *w*), das Köpfchen dabei oft scheibenförmig erweitert (*m*). Bleibt in letzteren Fällen der Stieltheil des Haares sehr kurz und wächst die Scheibe unter zahlreichen radialen Theilungen stärker in der Richtung der Fläche, so entstehen die zierlichen Schuppen, wie sie bei Elaeagnus u. s. w. sich finden und zu denen die einzelligen (*k*) oder radial getheilten Sternhaare gewissermaassen den Uebergang machen. Locales Spitzenwachsthum einzelner Wandstellen ist die Ursache der Strahlenbildung bei dergleichen Sternhaaren, wie der Astbildung bei mehrzelligen cylindrischen Haarformen (*h*, *i*). Durch Längstheilung der Zellen in Haaren, wie etwa Fig. s, werden dieselben zu einem vielzelligen, stachel- oder borstenartigen Zellenkörper von meist kegelförmiger Gestalt (Papaver etc.), dessen Zellen nach oben allmählich so abnehmen, dass eine einzige Zelle gewöhnlich die Haarspitze bildet. Erhebt sich bei bereits angelegten Haaren das unter ihnen liegende Gewebe in Folge reicher Zelltheilungen, so wird das Haar auf einem verschieden gestalteten Zellenhügel emporgetragen, wobei oft die Haarbasis tief demselben eingesenkt ist (*c*, *b* im Jugendzustande).

87. Die Wand der Haare bleibt oft zart und dünn. In anderen Fällen wird sie mehr oder minder stark verdickt und häufig dabei geschichtet (*u*); eine äussere Lamelle ist meistens zur Cuticula umgebildet. Die Verdickung ist entweder eine allgemeine, oder eine locale mit Tüpfelbildung (*u*), oder mit Bildung von Cuticularleisten, Cuticularknötchen (*d*, *k*) u. s. w. Die Wand der Haare, namentlich borstenartiger und ähnlicher Formen, besitzt häufig Einlagerungen von Kalk und Kieselerde (Deutzia, bei Urtica, besonders die spröde Spitze der Brennhaare). Der Plasmainhalt zeigt oft strömende Bewegung (Rotation bei Hydrocharis, Circulation in den Staubfadenhaaren bei Tradescantia — Fig. 2, den Brennhaaren von Urtica — Fig. 18 *c* — etc.). Mit dem Alter verlieren die Haare gewöhnlich ihren Zellinhalt; die Zellen füllen sich mit Luft, schrumpfen später oft zusammen oder lösen sich auch wohl von der Oberhaut los, so dass anfänglich behaarte Pflanzentheile mit der Zeit kahl werden.

88. Bei vielen Pflanzen sind die Haare Secretionsorgane: Drüsenhaare. Hier enthält entweder die einzelne, blasige Endzelle des gestielten Haares (*f*) ätherisches Oel oder Harz; oder das Köpfchen ist vielzellig und jede Zelle sondert das Secret durch die Zellwand in einen unter der sich blasenförmig abhebenden Cuticula sich bildenden Hohlraum ab (*n*), in dem es sich als stark lichtbrechende Flüssigkeit ansammelt, wobei die secernirenden Zellen oft nach und nach verschrumpfen (Cannabis; Humulus — Lupulin), oder die Cuticula schliesslich platzt und das Secret sich über die Pflanzentheile ergiessen lässt. Bemerkenswerth sind in dieser Beziehung die als Leimzotten oder Colleteren bezeichneten vielzelligen Drüsenhaare einer grossen Anzahl von Laubknospen, bei denen sie an den jungen Blättern (Ribes — Fig. 18 *n*), den Nebenblättern (Prunus, Viola), den Blattscheiden (Polygoneen) oder den Knospenschuppen selbst (Aesculus) schon sehr frühzeitig entstehen. Das Secret derselben ist entweder Gummischleim oder Harz, oder in den allermeisten Fällen ein Gemenge von beiden. Der Gummischleim entsteht durch Quellung einer unter der Cuticula liegenden

Membranschicht und tritt durch Sprengung der Cuticula ins Freie, während das Harz in dem Inhalte der Zelle gebildet und in Tropfenform durch die Membran ausgeschieden und dem Gummischleime eingelagert wird. Durch Erguss dieser Massen zwischen und über die Knospentheile werden letztere vor äusseren verderblichen Einflüssen geschützt, wobei oft noch starke Behaarung, Korkbildungen u. s. w. mitwirken. In manchen Fällen wird das Secret auch von den Oberhautzellen allein (Populus) oder gleichzeitig von diesen und Leimzotten (Polygonum) erzeugt.

89. Bei manchen Pflanzen wird die Oberhaut durch später erfolgende tangentiale Theilungen in zwei oder mehr Schichten zerlegt. Bei Blättern von Begonia, Ficus und Piperaceen bleibt die äusserste Zellenlage dann als eigentliche Epidermis erhalten, während die Innenschichten ein grosszelliges, dünnwandiges Gewebe mit wasserhellem Inhalte darstellen (Wassergewebe), das bei Piperaceen häufig mächtiger, als das gesammte übrige Gewebe des Blattes ist. Bei den Luftwurzeln von Orchideen und Aroideen dagegen verwandelt sich die mehrschichtig gewordene (selten einschichtig bleibende) Oberhaut durch Verlust ihres Zellinhaltes in eine weissliche, Luft führende Wurzelhülle (velamen), deren lückenlos verbundene Zellen meistens spiralig verdickte Wände besitzen.

Fig. 19.



b. Das Hypoderm.

90. Zu den aus dem Grundgewebe hervorgehenden, das Hautgewebe verstärkenden Schichten gehören namentlich Collenchym, Sclerenchym und Kork. Das bei einer grossen Zahl von Pflanzen vorzüglich unter den Kanten der Stengel und Blattstiele sich entwickelnde Collenchym (Leimgewebe) besteht aus gestreckten, meist engen und lückenlos verbundenen, an den Enden abgestutzten oder zugeschärften Zellen, deren Kanten und Ecken durch nach innen vorspringende, glänzend-weisse Verdickungsschichten charakterisirt sind, die sich durch starke Quellungsfähigkeit (schon im Wasser) auszeichnen (Fig. 19). Das Sclerenchym ist durch dickwandige, meist langgestreckte, an den Enden zugespitzte und manchmal verästelte, inhaltleere oder nur mit abgestorbenen Inhaltsresten versehene Zellen charakte-

Fig. 19. Stück eines Querschnittes aus der äusseren Stengelregion von Beta vulgaris (Vergr. 240). *e* Epidermis, *c* Collenchym, *p* Rindenparenchym.

risirt, deren farblose oder gefärbte Wände eine bedeutende, hornartige Festigkeit besitzen, und die entweder in einzelnen Bündeln (Blätter vieler Nadelhölzer) oder ganzen Schichten (Stämme und Blattstiele vieler Gefässkryptogamen und Monocotyledonen — Fig. 23 in § 96) unter der Oberhaut liegen, aber vielfach auch in tiefer gelegenen Geweben auftreten. Die Bastfasern des als Bast bezeichneten Gewebetheiles der Gefässbündel (§ 98) sind ebenfalls Sclerenchymzellen (vergl. weiter § 102).

91. Der Kork nimmt seinen Ursprung selten aus der Epidermis (Salix, Pomaceen), meistens aus der unmittelbar unter der Oberhaut liegenden Zellenschicht (Populus, Sambucus, Prunus, Alnus etc.) oder der tiefer liegenden grünen Rinde (Rubus Idaeus, Ribes). Er dient da, wo er gebildet wird, saftigen Geweben zum Schutze, namentlich dann, wenn diese eine bedeutende Vergrösserung ihres Umfanges erfahren, oder wenn Verwundungen innere Gewebe blosslegen. Bei ausdauernden Stämmen und Wurzeln ist er eine allgemeine Erscheinung.

Die Bildung des Korkes erfolgt durch Tangentialtheilungen der Zellen der betreffenden Gewebelage (Fig. 20 *p*). Diese brauchen nicht am ganzen Umfange des Stengels oder Stammes gleichzeitig aufzutreten; schliessen jedoch gewöhnlich sehr bald zu einer völlig zusammenhängenden Schicht an einander. Durch die erste Theilung wird die Mutterzelle in zwei radial hinter einander gelegene Zellen zerlegt. Die innere derselben bleibt dünnwandig, protoplasmareich und theilungsfähig; die äussere dagegen cuticularisirt (verkorkt — § 33) ihre Wände und verliert nach und nach ihren Inhalt, an dessen Stelle Luft tritt: sie wird zur Dauerzelle, zur ersten Korkzelle.

92. Durch weitere Tangentialtheilung zerfällt die innere Zelle abermals in eine neue Korkzelle und eine theilungsfähige Zelle und so fort. Sämmtliche theilungsfähigen, korkbildenden Zellen schliessen zu einem korkbildenden Cylinder-

Fig. 20.

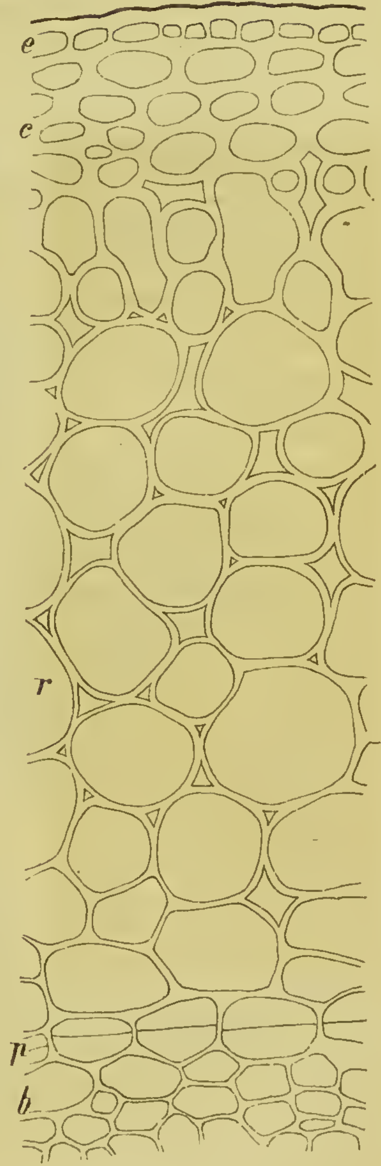
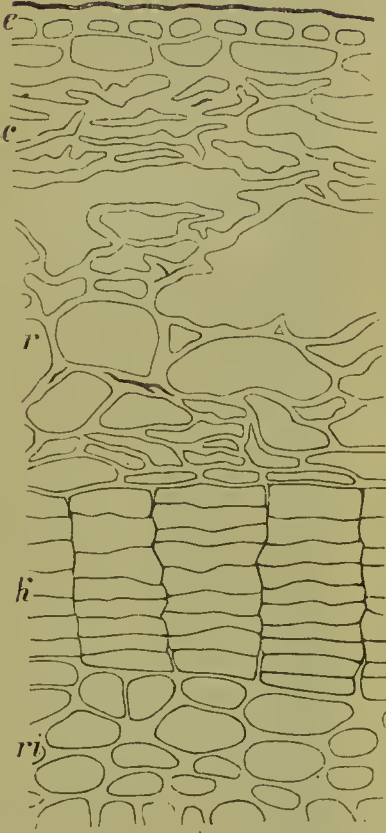


Fig. 20. Querschnitt eines diesjährigen Zweiges von Ribes aureum mit eben beginnender Korkbildung (Vergr. 240). *e* Epidermis, *c* Collenchym, *r* Rindenparenchym, *p* Phellogenschicht, *b* Bastparenchymzellen.

mantel, dem Korkcambium oder Phellogen (Fig. 20 *p*) zusammen, während die von innen nach aussen abgeschiedenen Korkzellen als Periderm (Fig. 21 *k*) bezeichnet werden. Letztere liegen in Folge ihrer Entstehungsweise in radialen, lückenlosen Reihen, deren äussere Zellen durch den Druck der von innen nachwachsenden Gewebe in der Richtung des Radius sehr bald zusammengepresst und in ihren Wänden verbogen werden. Die ausserhalb des Periderms liegenden Epidermis und Rindenschichten stellen ihr Wachsthum bald ein. Sie folgen noch eine Zeit lang passiv dem Drucke der sich verstärkenden inneren Gewebemassen (Kork, Bast, Holz), werden dann anfänglich an einzelnen Stellen zerrissen, später vielfach zersprengt und endlich in verwitternden Fetzen abgeworfen (Zweige von Ribes als schönes Beispiel — Fig. 21). An ihre Stelle tritt als äusseres Schutzgewebe der Kork. Beginnt im darauffolgenden Sommer neue Korkbildung aus der Phellogenschicht, so werden zunächst gewöhnlich heller gefärbte Korklagen dem älteren, dunkleren Korke zugefügt. Häufig werden auch abwechselnd dünn- und dickwandige Korklagen gebildet: geschichtetes Periderm (Betula alba), und ebenso wird durch nach innen vom Phellogen abgeschiedene, Chlorophyll entwickelnde Zellen (Phelloderm, Fig. 21 *ri*, 22 *p*) häufig auch die grüne Rinde verstärkt (Salix, Fagus u. s. w.).

Fig. 21.



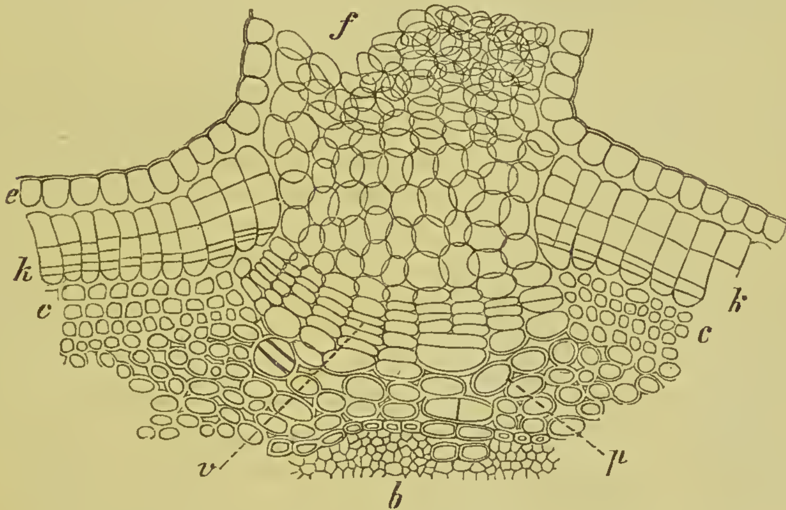
93. Wie die ausserhalb der Korkbildungen des ersten Jahres liegenden Gewebe, werden auch die äusseren Korklagen in späteren Vegetationsperioden unter langsamer Verwitterung an der Luft allmählich abgestossen und durch neue nach aussen geschobene ersetzt. Bei Bäumen, welche ein höheres Alter erreichen, wird dabei in tieferen Schichten der Rinde und zuletzt des Bastes stets neues Korkcambium erzeugt, das neue Korkschichten bildet und später sammt dem ausserhalb derselben gelegenen Gewebe abstirbt. Es wechseln dann Lagen von Kork und todten Gewebestücken der Rinde und des Bastes als sogenannte Borke mit einander ab. Die äussersten derselben werden wie der Kork durch den Druck der nachwachsenden Gewebemassen des Stammes bald

Fig. 21. Querschnitt eines vorjährigen Zweiges von Ribes aureum (Vergr. 240). *e* Epidermis. *c* Vertrocknetes und zusammengepresstes Collenchym, der gleichen Schicht in Fig. 20 entsprechend. *r* Vertrocknetes und zusammengepresstes Rindenparenchym, der Schicht *r* in Fig. 20 entsprechend. *k* Kork, dessen innerste Lage die Phellogenschicht (*p* der Fig. 20). *ri* Vom Phellogen erzeugtes chlorophyllhaltiges Phelloderm.

zerrissen (Quercus) und dabei oft in grossen Schuppen (Pinus, Platanus) oder sich loslösenden Ringen (Kirsche) abgeworfen.

94. Viele Pflanzen, zumal Dicotyledonen, entwickeln an ihren einjährigen Zweigen sogenannte Lenticellen oder Rindenporen. Wo der Kork aus der Epidermis oder aus unmittelbar unter derselben liegenden Zellenschichten hervorgeht, entstehen die Lenticellen unter einer Spaltöffnung (Sambucus, Prunus etc.) oder einer Gruppe von Spaltöffnungen (Populus, Juglans, Robinia etc.) dadurch, dass einzelne der Athemhöhle zunächst angrenzende Parenchymzellen sich vergrössern, wiederholt tangential theilen und (indem ihre grüne Färbung allmählich verloren geht) farblose, dünnwandige Zellen erzeugen, die sich abrundend ein unter der Spaltöffnung liegendes lockeres Gewebe, das Füllgewebe (Fig. 22 *f*) bilden. Dieses wird dann von einer gewöhnlich im seichten Bogen nach innen gewölbten einzigen Zellschicht, der Verjüngungsschicht (Fig. 22 *v*), fortwährend von innen her vermehrt, wo-

Fig. 22.



bei die tangentialen Theilungen in dieser Zellenlage lebhaft an die gleichen Vorgänge im Phellogen des Korkes erinnern und meist auch nach innen, der Rinde zu, ein chlorophyllhaltiges Phelloderm (Fig. 22 *p*) abgeschieden wird. Durch den Druck der stets neu erzeugten, von aussen her allmählich absterbenden Füllzellen wird die Epidermis (*e*) zunächst gehoben, und später mit einem Längsriss parallel der Axe des Stengels gesprengt, so dass nun die braune, bröckelige Masse der abgestorbenen Füllzellen zu Tage tritt (Fig. 22 *f*). Die gewöhnlich bald nach Bildung der Lenticelle beginnende Korkbildung des Zweiges (Fig. 22 *k*) schliesst allseitig an die Verjüngungsschicht der ersteren an. Bei Pflanzen mit tief im Inneren auftretender Korkbildung und in Folge dessen bald absterbender äusserer Rinde geht die

Fig. 22. Aeltere Lenticelle von Sambucus nigra (Vergr. 100), nach Stahl. *e* Die unter dem Drucke der Füllzellen *f* aufgerissene Epidermis. *k* Junger Kork. *v* Verjüngungsschicht der Lenticelle. *p* Phelloderm. *b* Bast. *c* Collenchym.

Lenticellenbildung von Zellen des Phellogen aus (Gingko, Lonicera-Arten, Berberis, Ribes, Coniferen); dasselbe ist bei den sich an älteren Zweigen entwickelnden secundären Lenticellen und denjenigen der Wurzeln der Fall, während bei Luftwurzeln monocotyledoner Pflanzen die Rindenporenbildung in dem unter der Epidermis oder dem Periderm gelegenen Rindenparenchym stattfindet. In allen Fällen bleiben zwischen den Zellen der Lenticelle engere oder weitere Intercellulargänge, die (auch bei starker Korkbildung an den übrigen Theilen des Zweiges oder Stammes) an solchen Stellen eine Communication der inneren Intercellularräume mit der atmosphärischen Luft gestatten, so dass die Lenticellen physiologisch den Spaltöffnungen gleichwerthig sind. Im Herbste wird in manchen Fällen durch eine von der Verjüngungsschicht erzeugte Korkbildung (Verschlussschicht), die im nächsten Frühjahre aber durch unter ihr neu entstehende Lagen von Füllzellen wieder gesprengt wird, die Lenticelle mehr oder weniger verschlossen. Pflanzen, welche an ihren Stämmen und Zweigen Lenticellen zeigen, besitzen solche gewöhnlich auch an den Blattstielen und Wurzeln.

2. Das Fibrovasalsystem.

95. In den Blättern der höheren Gewächse, von den Gefässkryptogamen an aufwärts, bemerken wir namentlich bei durchscheinendem Lichte strangförmige Gewebemassen, die als Nerven (Adern) bezeichnet werden und aus eigenthümlichen Zellenformen zusammengesetzt sind. Dieselben Stränge lassen sich, meist mächtiger entwickelt, auch im Stengelgewebe derselben Pflanzen verfolgen. Sie führen die allgemeinen Namen: Gefässbündel, Leitbündel, Fibrovasalbündel oder Fibrovasalstränge. Bei den Gefässkryptogamen, den Monocotyledonen und in jugendlichen Stengeltheilen der Dicotyledonen erscheinen sie als isolirte, durch andere Gewebe (Grundgewebe) getrennte, nur hie und da (namentlich in den Stengelknoten) durch schiefe Aeste (Anastomosen) mit einander verbundene Stränge von grösserem oder geringerem Umfange. Bei Dicotyledonen von langer Lebensdauer der Stämme (unseren Bäumen z. B.) treten sie jedoch zu gewaltigen Massen zusammen, die das anfänglich zwischen ihnen liegende Grundgewebe gänzlich verdrängen, so dass ein solcher Stamm der Hauptsache nach nur noch aus Gefässbündelmassen gebildet wird.

Aus vielen saftigen Pflanzentheilen lassen sich die Gefässbündel leicht durch Zerstörung des umgebenden Gewebes (durch Fäulniss etc.) von diesem trennen (Blätter, Stämme der Gefässkryptogamen, Cacteen u. s. w.). Sie stellen dann ein oft sehr charakteristisch zusammengefügtes Netzwerk stärkerer und schwächerer Stränge dar, das den Verlauf derselben am besten veranschaulicht.

96. Jeder vollkommen ausgebildete Fibrovasalstrang besteht wenigstens aus zwei Gewebegruppen, die man als Holz- (Xylem) und Basttheil (Phloëm) unterscheidet. Bei den Monocotyledonen und Gefässkryptogamen, sowie einigen Dicotyledonen, sind beide die einzigen Bestandtheile des als geschlossen bezeichneten Stranges, der, einmal ausgebildet, sich nicht durch Hinzufügung weiterer Gewebeelemente zu verdicken vermag (Fig. 23, 24 und deren Erklärung). Die Gefässbündel in den Stämmen der Nadel-

hölzer und der meisten Dicotyledonen sind dagegen offene, d. h. zwischen ihrem Bast- und Holztheile liegt ein zartwandiges, theilungsfähiges Gewebe, das Cambium (Fig. 25 und 26 *c*), welches bei ausdauernden Stämmen jährlich durch Vermehrung seiner Zellen und Differenzirung eines Theiles derselben in die Zellformen des Holzes und Bastes diese um ein Beträchtliches verdickt und somit den ganzen Stamm an Umfang zunehmen lässt (§§ 125—127). Bei den letztgenannten Pflanzen ist daher auch die gegenseitige Lage beider Theile eine beständige: der Holzkörper liegt innen, dem Marke zugekehrt, der Bastkörper aussen, der Rinde zugewendet; zwischen beiden befindet sich das Cambium (Fig. 25 und 26 *c*). Doch kommen auch Fälle vor (Solaneen, Cucurbitaceen etc.), in denen auf der Innenseite des Holzkörpers noch ein zweiter Basttheil sich findet. Bei den Monocotyledonen dagegen liegen Bast und Holztheil oft verschieden: einmal bildet der Bast die äussere, das Holz die innere Hälfte des Stranges; oder letzteres umgiebt concentrisch den central gelegenen Basttheil (Rhizome von Asparagus, Iris etc., Zwiebeln von Lilium, Fritillaria u. s. w.), wobei jedoch Uebergänge zur ersteren Lagerung vorkommen (Fig. 23). In den Fibrovasalsträngen der Gefässkryptogamen liegt der Xylemtheil allseitig vom Phloëm umschlossen in der Mitte des Stranges (Fig. 24). Gefässbündel mit neben einander

Fig. 23.

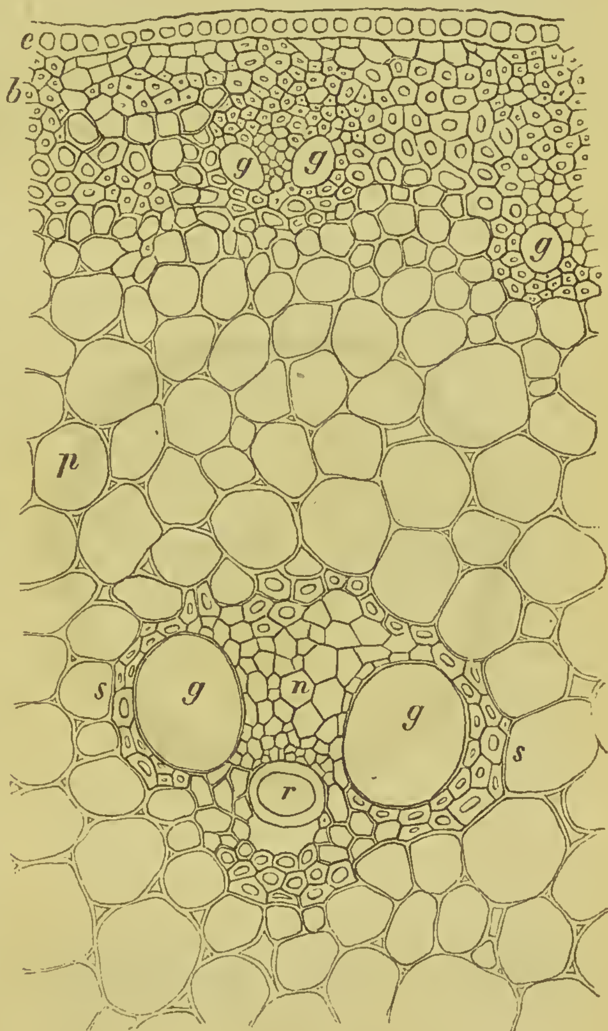


Fig. 23. Querschnitt eines dünnen Seitenzweiges von Bambusa arundinacea (Vergr. 240). *e* Epidermis. *p* Parenchymatisches Grundgewebe. *b* Zwischen beiden gelegene Sclerenchymzellen, welche einige Gefässbündel (*g*) einschliessen und nach aussen mit dünnwandigem Gewebe wechseln. In dem inneren grossen Fibrovasalstrange sind *g* getüpfelte Gefässe, *r* ein Ringgefäss, *n* Bast und *s* Strangscheide.

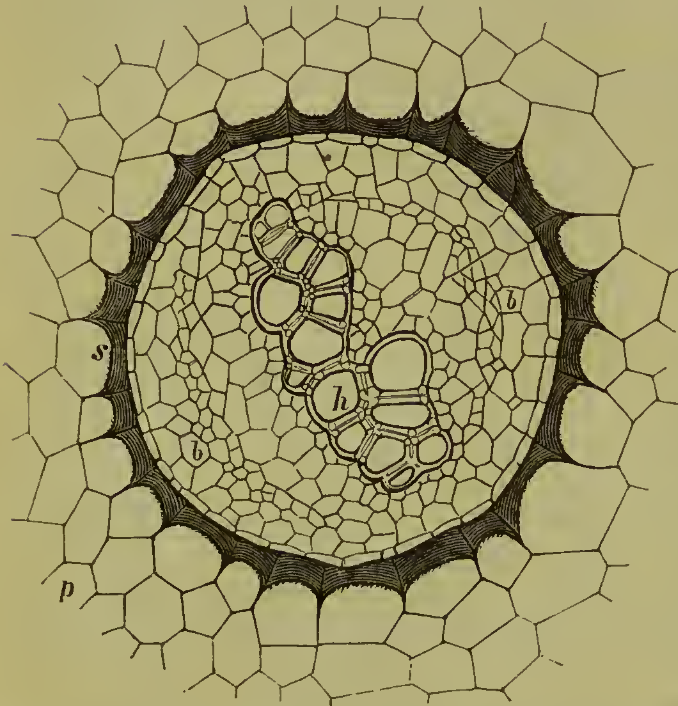
gelegenem Bast- und Holztheile werden als collaterale, solche mit centralem Xylem oder Phloëm als concentrische Stränge bezeichnet.

97. Holz und Bast lassen im typischen Fibrovasalstrange die folgenden, nicht immer scharf von einander unterscheidbaren Hauptzellenformen erkennen.

Im Xylem treffen wir:

a. Gefässe (Holzgefässe), lange Röhren, die aus je einer Reihe über einander stehender Zellen in Folge von Auflösung der Querwände entstehen (Zellfusionen). Ihre Wände sind meistens mehr oder minder verdickt, die Verdickungen in Form von Ringen, Spiralen und Netzfasern vertreten oder die nicht verdickten Wandstellen als einfache oder auch gehöfte Tüpfel ausgebildet (Fig. 25, 26, *g*). Die Art der Auflösung der Querwände in der ursprünglichen Zellreihe richtet sich im Allgemeinen nach deren Stellung. Horizontale Wände oder annähernd so gestellte werden entweder ganz resorbirt, oder es bildet sich auf ihnen ein grosser Tüpfel, dessen Membran später schwindet, so dass ein ringförmiger Theil der Querwand stehen bleibt (Fig. 25, *s*). Auf stark schief gestellten Querwänden werden während des Wachsthums des jungen Gefässes meistens schmale, spaltenförmige Tüpfel gebildet, die senkrecht zur Längsaxe der ellipsoidischen Wand verlaufen und um so zahlreicher auftreten, je stärker letztere geneigt ist. Nach Resorption dieser Tüpfelmembranen erscheint die Querwand leiterförmig durchbrochen, wie dies namentlich bei getüpfelten Gefässen häufig der Fall ist, aber auch in Spiralgefässen vorkommt, wo dann Windungen der Spiralfaser unmittelbar in einzelne Leitersprossen übergehen.

Fig. 24.



Nicht selten wächst die den Tüpfeln der Gefässe angrenzende Membranpartie der benachbarten Markstrahl- oder Holzparenchymzellen blasenförmig durch den Porenkanal in das Innere des Gefässes hinein, so dass dieses oft zahlreiche, später durch Querwand von der Mutterzelle abgegrenzte, blasen-

Fig. 24. Querschnitt eines Fibrovasalstranges von Polypodium leiorrhizum Wall. (Vergr. ca. 200). *p* Parenchym des Grundgewebes. *s* Strangscheide desselben. *b* Bast- und *h* Holzkörper des Stranges.

förmige oder auch durch gegenseitigen Druck polyëdrisch abgeflachte Zellen enthält, die als Thyllen bezeichnet werden (Vitis, Platanus, Quercus, Robinia, Rhus etc.) und die im Herbste oft Stärke als Inhalt führen.

Das vollständig ausgebildete Gefäss führt keinen Plasmainhalt mehr, sondern hauptsächlich Gase (atmosphärische Luft, gemischt mit von der Pflanze im Inneren ausgeschiedenen Gasen). Vorübergehend kann auch Wasser in die Gefässe eintreten, wenn die Zufuhr desselben bedeutend ist und der Wurzeldruck dasselbe kräftig in die Höhe treibt. Die Wassersäule ist dann jedoch gewöhnlich von Luftblasen unterbrochen.

b. Holzzellen (Holzprosenchym), prosenchymatische, meist stark verdickte Zellen von oft bedeutender Länge, unter denen häufig als Haupttypen unterschieden werden:

aa. Tracheïden oder gefässartige Holzzellen. Diese sind meist dünnwandiger und kürzer, als die folgende Form, aber stets behöft getüpfelt und zwischen den Tüpfeln oft noch spiralförmig verdickt (Fig. 25, *t*). Auch sie führen im ausgebildeten Zustande nur Luft, stimmen also darin

Fig. 25.

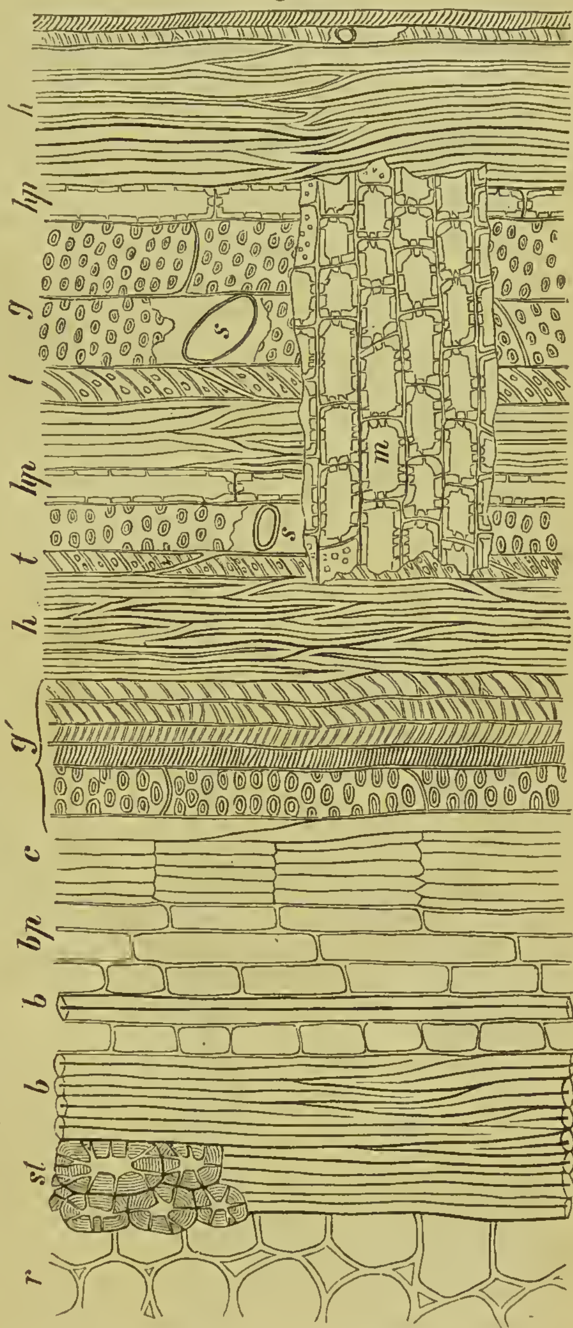


Fig. 25. Längsschnitt durch Holz und Bast eines einjährigen Zweiges von Cytisus Laburnum, Ende Mai des nächsten Jahres. *r* Rindenparenchym. *b* Bastzellen. *st* Steinzellen. *bp* Bastparenchym. *c* Cambium. *g'* Gefässe und Holzzelle des jungen Holzes. *h* Holzzellen (Libriform). *t* Tracheïden. *hp* Holzparenchym. *g* Gefässe. *m* Markstrahl. *s* die durchbrochenen Querwände der Gefässe. Von *h*—*h* Holzring des ersten Jahres. Vergr. ca. 200, etwas schematisirt.

mit den Gefässen überein, von dessen Elementen sie sich oft nur durch das Fehlen der Wanddurchbrechung an ihren Enden unterscheiden. Da letztere manchmal sogar an einem Ende eintritt, so ist kaum eine scharfe Grenze zu ziehen und es werden daher auch wohl Gefässe und Tracheïden zusammen als Tracheen den folgenden Formen gegenüber gestellt.

bb. Libriformfasern oder bastartige Holzzellen von meist bedeutender Länge und mit dickeren Wänden, wie die Tracheïden. Ihre Wände sind stets ohne Schraubenband, meist einfach und geschlossen, manchmal auch behöft getüpfelt, die Tüpfel klein (Fig. 25 und 26, *h*). Von den einfachen Libriformfasern lassen sich die gefächerten dadurch unterscheiden, dass ihre Höhlung durch zarte Querwände in übereinander stehende Fächer getheilt ist. Im Holze der dicotylen Bäume und Sträucher bilden die Libriformfasern meistens die Hauptmasse des Gewebes, und die Mittellamelle der benachbarten Zellen ist zur mehr oder weniger scharf ausgeprägten Intercellularsubstanz umgewandelt (Fig. 15 auf S. 36 und Fig. 26).

c. Holzparenchym, von den Holzzellen durch dünnere Wände (mit einfachen Tüpfeln) und die nicht prosenchymatische Form unterschieden (Fig. 25 und 26, *hp*). Sein Winterinhalt ist Stärke, für die es neben den Markstrahl- und Markzellen Reservebehälter bildet; oft führen seine Zellen, die stets durch Quertheilung von Cambiumzellen

Fig. 26.

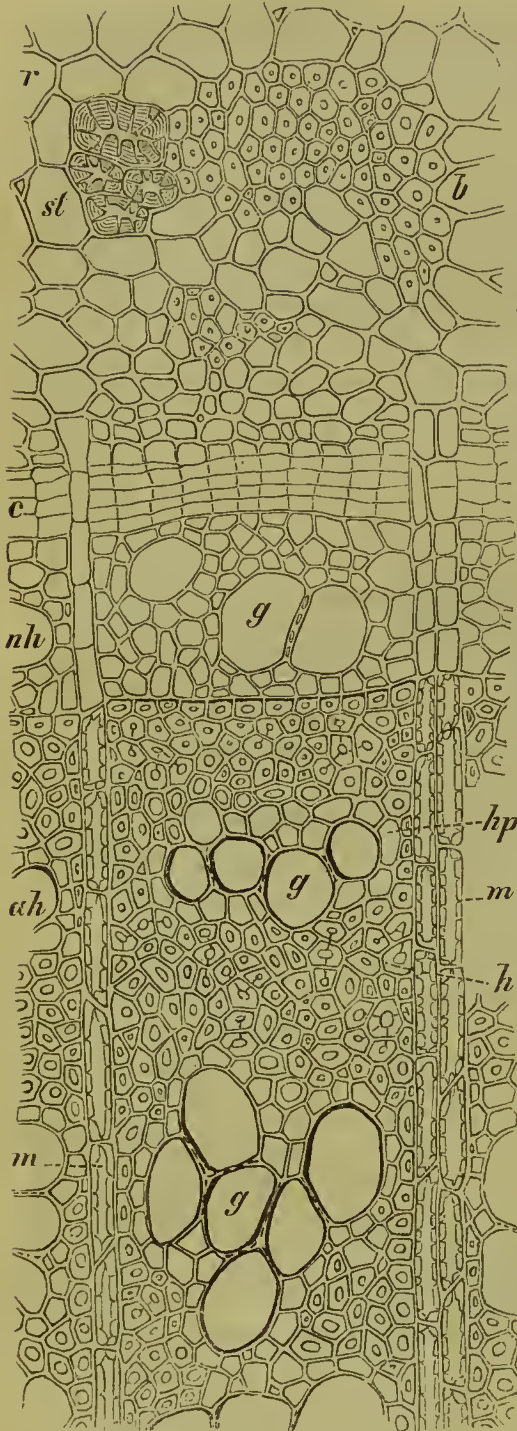


Fig. 26. Querschnitt durch Holz und Bast eines einjährigen Zweiges von Cytisus Laburnum, Ende Mai des nächsten Jahres. *r* Rindenparenchym. *b* Bastzellen und *st* Steinzellen des Bastes. *c* Cambium. *nh* diesjähriges Holz. *ah* vorjähriges Holz. *g* Gefässe, *h* Holzzellen (Libriform) und Tracheïden, *hp* Holzparenchym, *m* Markstrahlen. Vergr. ca. 200, etwas schematisirt.

vor der Verdickung der Wände der letzteren entstehen, auch Gerbstoff, oxalsauren Kalk oder Chlorophyll.

Sämmtliche Zellformen des Xylems zeigen Neigung zur Verholzung ihrer Wände, die dadurch hart und in gewissem Grade auch brüchig werden.

98. Der Bast- oder Phloëmtheil des Fibrovasalstranges besteht im vollkommensten Falle aus folgenden Elementen:

a. Siebröhren (Bastgefässe). Diese sind Zellfusionen, wie die Gefässe des Holzes, von denen sie sich jedoch scharf durch ihren Inhalt an Protoplasma mit ausserordentlich kleinen Stärkekörnern, sowie durch die Beschaffenheit ihrer weichen, nicht verholzten Wände unterscheiden. Während nämlich die Seitenwände oft ziemlich zart sind, erscheinen die horizontalen oder häufig schief gestellten Querwände in der Weise verdickt, dass enge Tüpfel, deren Membran später aufgelöst wird, ihnen das Aussehen einer Siebplatte (Fig. 27, *s*) geben, durch deren mehr oder minder zahlreiche Durchbohrungen die Inhalte zweier über einander stehender Zellen mit einander in Verbindung treten. Da die Querwand häufig breiter als der Querdurchmesser der Siebröhre ist, so erscheint diese dann an ihren Enden fussförmig aufgetrieben.

Fig. 27.



Auch auf den Seitenwänden zeigen die Siebröhren oft Siebplatten (Fig. 27) oder den Siebplatten ähnliche Tüpfelbildungen.

b. Bastzellen (Bastfasern), prosenchymatische, lang gestreckte, meist sehr dickwandige, oft sogar bis zu spaltenförmig verengerter Höhlung verdickte, häufig mit einfachen und meist engen Tüpfeln versehene Zellen (Fig. 25, 26, *b*), die zähe und geschmeidig bleiben und sich dadurch vorzüglich von den Holzzellen unterscheiden, denen sie sonst in jeder Beziehung entsprechen, mit denen sie sogar oft Verzweigung ihrer Enden, sowie Fächerung der Höhlung durch zarte Querwände theilen. Sie sind meist bündelweise gelagert und dann ist die Mittellamelle benachbarter Bastzellen in der Regel cuticularisirt, in anderen Fällen (Coniferen, Cytisus Laburnum etc.) aber auch verschleimt.

c. Bastparenchym, dem Holzparenchym entsprechend, aus dünnerwandigen Zellen gebildet (Fig. 25, *bp*). Sind dieselben besonders eng, lang und sehr dünnwandig, wie dies bei geschlossenen Leitbündeln der Monocotyledonen und Gefässkryptogamen häufig der Fall ist, so führen sie die Bezeichnung Cambiform. Dieses gleicht in Gestalt, Grösse etc. dem Procambium (§ 123) am meisten und ist strenge genommen auch Procambium,

Fig. 27. Drei Siebröhren von Bignonia radicans an der Stelle, wo dieselben mit ihren Siebplatten (*s*) aneinander grenzen. Die kleinen Kreise bedeuten die im zusammengefallenen Protoplasmakörper (*p*) enthaltenen Stärkekörnchen. Vergr. 600. Optischer Längsschnitt. Nach Briosi.

das in den Dauerzustand überging, d. h. nicht weiter zur Bast- und Holzbildung verwendet wurde. Es kann daher eigentlich weder dem Baste noch dem Holze zugezählt werden.

Siebröhren und Bastparenchym (oder Cambiform) werden gegenüber den echten Bastzellen auch wohl als Weichbast bezeichnet. Während das Xylem vorzüglich dem Wassertransporte in der Pflanze dient, werden im Weichbaste namentlich die eiweissartigen Nährstoffe nach den Verbrauchsorten derselben geleitet und in den Siebröhren ausserdem auch Stärkekörnchen transportirt.

99. Die in den beiden voraufgehenden Paragraphen aufgeführten Gewebeelemente der Fibrovasalbündel sind nicht immer sämmtlich in jedem Strange vorhanden. Vielmehr fehlen einzelne derselben gar häufig. So besitzt manchmal das Phloëm keine echten Bastzellen (Cucurbita), während der Weichbast wohl nie fehlt. Bei den Nadelhölzern werden nach dem zweiten Jahre der Entwickelung eines Triebes aus dem Cambium nur Tracheïden, keine Gefässe entwickelt. In den äussersten Endigungen der Fibrovasalstränge in den Blättern verschwinden allmählich alle Zellformen derselben bis auf ein oder zwei Spiralgefässe oder einige Cambiformzellen.

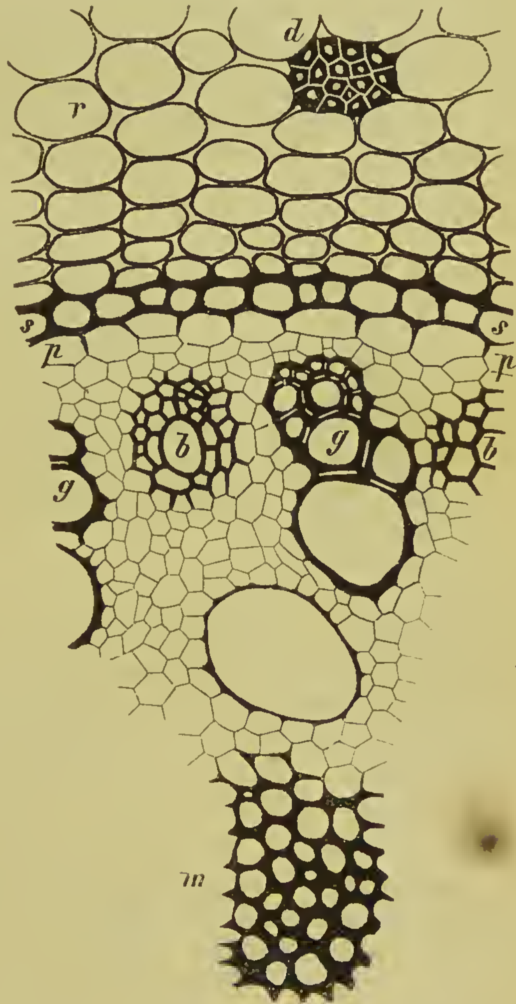
In anderen Fällen entwickelt sich das Holzparenchym sehr stark und es werden nur wenige Gefässe und Holzzellen gebildet. Sind dann gleichzeitig diese Fibrovasalbündel wenig oder gar nicht verholzt, so bleibt das ganze Gewebe eines solchen Organes weich und saftig und der Holzkörper stellt scheinbar das Mark desselben dar (Kartoffelknolle, Rübe, Möhre, Rettig etc. — von denen wir bei abnormer Verholzung der Fibrovasalbündel sagen, dass sie holzig oder stockig und damit für unseren Küchenverbrauch nicht verwendbar sind).

100. Die primären Fibrovasalstränge der Wurzeln zeigen eine von denen des Stammes abweichende Lagerung ihrer Theile. Im Centrum des Querschnittes liegen in einen Kreis geordnet mehr oder minder zahlreiche, radial verlaufende Gefässgruppen, deren äusserste dickwandige Gefässe die ältesten, deren innere dünnerwandige die jüngsten Gefässe jeder Gruppe sind (Fig. 28 und deren Erklärung). Bei wenigen (2—3) solcher Gruppen in dünnen Wurzeln treffen diese im Centrum meistens zu einem den Strang halbirenden Bande oder einem dreistrahligen Sterne zusammen; sind dagegen mehr Gefässgruppen vorhanden, so lassen diese (namentlich bei dickeren Wurzeln) im Centrum ein parenchymatisches Mark zwischen sich (Fig. 28, *m*). Zwischen den äusseren Gefässen je zweier benachbarter Gefässgruppen, die also den Holztheil repräsentiren, liegt je ein Bastbündel (Fig. 28, *b*). Die ganze axile Fibrovasalmasse, von der man nicht weiss, ob sie einen einzigen Strang repräsentirt oder aus mehreren Strängen zusammengesetzt ist, wird von einer einfachen Gewebeschicht zartwandiger Zellen, dem Pericambium (Fig. 28, *p*), umgeben und ausserdem noch von einer gewöhnlich sehr charakteristischen Strangscheide (§ 103 — Fig. 28, *s*), sowie im weiteren Umfange von der meist mächtig entwickelten Wurzelrinde (Fig. 28, *r*) umhüllt, welch' letztere häufig weite Luftgänge und manchmal Bündel dickwandiger, bastfaserartiger Zellen enthält (Fig. 28, *d*).

3. Das Grundgewebe.

101. Alle nicht zum Hautgewebe oder Fibrovasalsysteme gehörenden Gewebemassen bilden das Grundgewebe des Pflanzenkörpers. Manche seiner Zellenformen sind häufig von solchen der übrigen Gewebe kaum oder nicht unterscheidbar (§ 102). Bei Pflanzen mit nicht umfangreich entwickelten, namentlich geschlossenen Fibrovasalsträngen ist das Grundgewebe oft der Hauptbestandtheil des betreffenden Organes (Stämme vieler Farne und Monocotyledonen), während es bei Stämmen mit lange anhaltendem Dickenwachsthume (Dicotyledonen, Coniferen) durch Bildung mächtiger Fibrovasal-, namentlich Holzmassen, mehr und mehr verdrängt wird. Hier nimmt es dann gewöhnlich einen centralen, als Mark bezeichneten, und einen peripherischen Theil, die Rinde, ein, welche in Axen mit centralem Fibrovasalstrange (Wasserpflanzen, manchen Wurzeln) allein vorhanden ist. Zwischen beiden durchsetzen radial verlaufende Züge parenchymatischer, in der Richtung des Radius gestreckter Zellen die parallel der Längsaxe gestreckten Elemente des Holzes und Bastes.

Fig. 28.



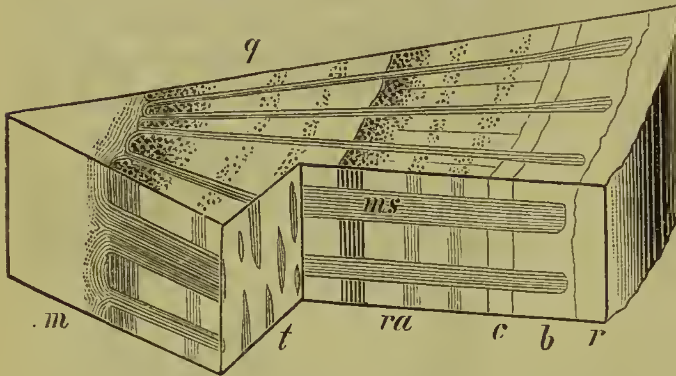
Diese Zellenzüge sind die Markstrahlen, welche im Holzkörper auch als Holz- oder Xylemstrahlen, im Baste als Bast- oder Phloëmstrahlen bezeichnet werden (Fig. 25 und 26, *m*). Je nach der Richtung, in der man sie betrachtet, erscheinen sie entweder als radial auf grössere oder geringere Strecke durch den Stamm verlaufende einfache oder mehrschichtige

Fig. 28. Stück eines Querschnittes durch einen Wurzelast der Keimwurzel von *Phoenix dactylifera* (Vergr. 240). *r* Innere Schichten der Rinde. *d* Bündel dickwandiger Zellen in derselben. *s* Strangscheide. *p* Pericambium. *g* Gefässe der bandartigen, strahlig geordneten Fibrovasalstränge, die äussersten ältesten sehr eng und dickwandig, die inneren jüngsten weit und dünnerwandig. *b* Phloëmbündel. *m* dickwandige Markzellen.

Zellreihen (Querschnitt — Fig. 26, *m*), oder als schmälere oder breitere, aus über einander stehenden Zellreihen gebildete Bänder, die sich am besten mit einer aus Ziegeln aufgeführten Mauer vergleichen lassen (radialer Längsschnitt — Fig. 25, *m*), oder als linsenförmige, senkrecht zwischen den Fibrovasalmassen stehende Zellgruppen oder Zellenplatten (tangentialer Längsschnitt). Die schematische Figur 29 giebt über diese Verhältnisse den besten Aufschluss und als Demonstrationsobjekt ist namentlich das Eichenholz wegen seiner ausgezeichnet breiten Strahlen (die „Spiegel" der Technik) geeignet. — In dünnen Zweigen und im inneren Theile des Stammes langlebiger Bäume stehen die Markstrahlen mit dem Marke selbst in Verbindung. Bei lange andauerndem Wachsthume werden jedoch in den späteren Holz- (und Bast-) Lagen neue Strahlen erzeugt, die in grösserer oder geringerer Tiefe endigen, ohne sich mit dem Marke zu verbinden.

102. Das Grundgewebe ist bald parenchymatisch, bald prosenchymatisch entwickelt. Im letzteren Falle sind die Zellen desselben häufig den echten Bastfasern gleich gebildet: stark, oft bis fast zum Verschwinden der Höhlung verdickt, bald geschmeidig, bald stärker verholzt, bald mit hornartig erhärteten, oft gefärbten Wänden als Sclerenchym ausgebildet. Sie tragen dann nicht unwesentlich zur Festigkeit der Axe bei, sind daher auch gewöhnlich in solchen Fällen zu starken Bündeln, ähnlich den Bastzellenbündeln (Blätter der Nadelhölzer), oder zu ringförmigen, unter der Epidermis liegenden oder die Gefässbündel ganz oder theilweise umhüllenden Massen vereinigt (S. 51, Fig. 23, *b*, *s*). In vielen Pflanzen bilden sie als solche das bereits im § 90 erwähnte Hypoderm, das bei anderen aus dem ebenfalls zum Grundgewebe gehörenden, a. a. O. genannten Collenchym besteht.

Fig. 29.



Nach neuerer Auffassung wird häufig das prosenchymatische (sclerenchymatische) Grundgewebe auch direct als Bast bezeichnet und sammt den echten Bastzellen und dem Libriform der Gefässbündel wegen seiner mechanischen Leistungen für die Festigkeit der Axe als mechanisches System den übrigen, meist keine beträchtliche Widerstandsfähigkeit entwickelnden Gewebeelementen entgegen gestellt. Die Gruppirung der mechanisch wirk-

Fig. 29. Schematische Darstellung des Stammbaues. *m* Mark; die von diesem auslaufenden Markstrahlen *ms* sind im Querschnitte (*q*), Radialschnitte (*ra*) und Tangentialschnitte (*t*) sichtbar. *c* Cambium. *b* Bast. *r* Rinde, resp. Kork. In dem zwischen Mark und Cambium liegenden Holze sind zwei Jahresringe sichtbar, deren Gefässe auf dem Querschnitte durch Punkte, auf dem Radialschnitte durch senkrechte Striche angedeutet wurden.

samen Bestandtheile des Gewebes in Axe und Blatt würde auch den Gesetzen der Mechanik entsprechen, nach welchen die Anordnung der widerstandsfähigen Elemente bei cylindrischen Organen (Stengeln, z. B. den hohlen Axen der Gräser), bei denen die biegende Kraft in allen zur Längsaxe rechtwinkeligen Richtungen wirksam sein kann, im Allgemeinen eine peripherisch-kreisförmige, bei Flächenorganen (Blättern — z. B. Grasblatt), deren Festigkeit vorzugsweise in der Richtung senkrecht zur Flächenausdehnung einer Steigerung bedarf, eine oberflächlich-zweireihige sein muss. Nach diesen Anschauungen würden dann die Gewebesysteme der Pflanze nicht als von morphologischen, sondern in erster Linie als von physiologischen Gesetzen abhängig betrachtet. Einer Vereinigung beider Ansichten steht nichts entgegen: es zeigt sich hier, wie auch in manchen anderen Fällen (z. B. den blattähnlichen Zweigen etc.), dass die verschiedenartigsten, morphologisch ungleichwerthigen Glieder einer Pflanze, wenn sie dieselben Funktionen übernehmen, sich auch diesen in gleichem Sinne zweckmässig anpassen. Zur Vermeidung von Irrungen ist es jedoch rathsam, die Bezeichnung „Bast“ nur topographisch für den bestimmten, im § 98 charakterisirten Gewebetheil der Gefässbündel zu gebrauchen.

103. Das parenchymatische Grundgewebe besteht gewöhnlich aus saftreichen, dünnwandigen Zellen, die zwischen sich grössere oder kleinere Intercellularräume lassen. Wo es sich in grossen Massen entwickelt, wird es oft als Füllgewebe bezeichnet, das bald chlorophyllreich, bald chlorophyllarm oder chlorophylllos ist (so namentlich im Inneren knolliger Stämme, dickfleischiger Blätter und saftiger Früchte). In den meisten Blättern bildet chlorophyllhaltiges Füllgewebe (hier Mesophyll genannt) gewöhnlich die Hauptmasse des Blattes.

Liegen eigenthümliche, durch ihre Form ausgezeichnete Zellenschichten des Grundgewebes den Gefässbündeln an, diese an einer oder mehreren Seiten oder allseitig umschliessend, so werden dieselben in ihrer Gesammtheit als Strangscheiden bezeichnet. Bei vielen Gefässkryptogamen, namentlich Farnen, ist die Strangscheide oft nur aus einer Lage sclerenchymatischer Zellen gebildet, deren Wände entweder gleichmässig verdickt sind, oder bei denen die dem Fibrovasalstrange zugekehrten Wände allein sehr stark, die Seitenwände (auf dem Querschnitte gesehen) keilförmig, die Aussenwände garnicht oder nur schwach verdickt, oft auch nicht gefärbt sind, während die übrigen Wandpartien meist braune Färbung zeigen (Fig. 24, *s*). Bei anderen Gefässkryptogamen wird die Strangscheide oft aus mächtigen Lagen von Sclerenchym aufgebaut und ebenso besteht sie in den Axen vieler Monocotyledonen häufig aus mehreren Zellenlagen (Fig. 23, *s*), die entweder als geschlossener Hohlcylinder den Strang umgeben, oder demselben als Bündel auf zwei Seiten oder nur auf einer Seite angelagert sind. In den Wurzeln werden die Gefässbündel (§ 100) ebenfalls von einer aus einer Zellenschicht gebildeten Strangscheide umhüllt (Fig. 28, *s*), deren verholzte oder verkorkte Zellen bald dickwandig (sehr schön bei Sarsaparille- oder Smilax-Wurzeln), bald dünnwandig sind, aber auch in letzterem Falle mehr oder minder scharf (namentlich durch feine, wellige Querfaltung der Quer- und Radialwände) gegen das übrige Grundgewebe abgeschieden er-

scheinen. In Phanerogamenstengeln mit getrennten, zum Kreise geordneten Gefässbündeln werden diese häufig insgesammt gegen die Rinde auch von einer gemeinsamen, hohlcylindrischen, einschichtigen Strangscheide abgegrenzt (Ricinus etc.).

4. Zellenformen und Gewebebildungen, welche in verschiedenen Geweben auftreten können.

104. Im Grundgewebe, oft aber auch in anderen Gewebesystemen vorkommend, findet man noch verschiedene im Vorhergehenden nicht erwähnte oder nur flüchtig berührte Bildungen.

Häufig treten in ihm Schichten oder Nester von Steinzellen auf: parenchymatische Zellen mit sehr stark verdickten, gewöhnlich geschichteten und von einfachen oder verzweigten Tüpfelcanälen durchsetzten, sclerenchymatisch verhärteten Wänden (Fig. 25, 26, *st*). Sie sind namentlich häufige Begleiter des Bastes unserer Bäume und Sträucher, finden sich aber auch im Marke und im Fleische vieler sonst saftiger Früchte (Olea, Fig. 5 — steinige Birnen etc.). Beim sogenannten Steinobste (Amygdaleen), sowie bei vielen anderen Früchten (Juglans etc.), besteht die Innenschicht der Fruchtschale allein aus Steinzellen, die zum Sclerenchym mannigfache Uebergänge zeigen.

105. Im Blattstiele der Nymphaeaceen finden sich in den Scheidewänden zwischen den Luftcanälen verzweigte, dickwandige, mit Cuticularknoten besetzte, gewissen Sternhaaren nicht unähnliche Zellen, deren Aeste in die Luftgänge hineinragen. Aehnliche, noch dickerwandige, H-förmige Zellen sind im Gewebe der Monsterineen (Unterfamilie der Aroideen) vorhanden. Unregelmässig verzweigte, oft sehr dickwandige Zellen mit geschichteter Wand treten häufig im Marke und im Füllgewebe vieler Blätter (Camellia etc.) auf. Alle diese Formen werden wegen ihrer Aehnlichkeit mit Haarbildungen (Trichomen) auch als Trichoblasten bezeichnet. Ihnen verwandt sind die spindelförmigen, einfachen oder verzweigten, sehr dickwandigen sogenannten Spicularzellen von Welwitschia, welche sich durch die Einlagerung grosser Krystalle oxalsauren Kalkes in die Zellwand auszeichnen (§ 35).

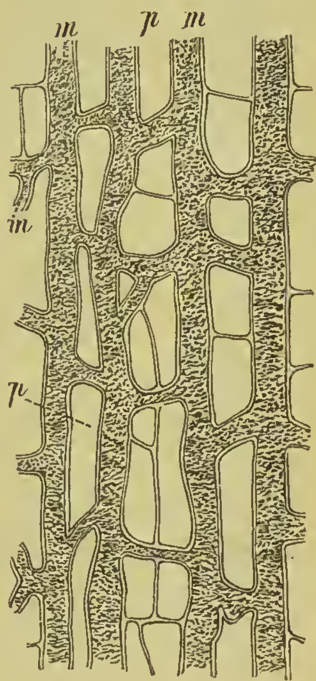
106. Mit den Trichloblasten, namentlich denen der Monsterineen, sind ferner die Milchzellen (ungegliederte Milchröhren) der Euphorbiaceen, Asclepiadeen, Apocyneen und Moreen verwandt. Dieselben sind langgestreckte, verzweigte, bald ziemlich dickwandige (Euphorbia), bald dünnwandige (Nerium, Ficus) und dann schwieriger zu verfolgende Zellen, welche einen Milchsaft enthalten, der bei Euphorbia splendens und anderen tropischen Arten der Gattung knochenförmige, bei unseren einheimischen Arten stäbchenförmige Stärkekörner führt. Sie entstehen nahe dem Vegetationspunkte sowohl im Marke, als auch in der Rinde und senden von letzterer aus oft Zweige durch den Holzkörper in das Mark (Euphorbia splendens). Ebenso sind bei den Euphorbien die Milchzellen der Blätter nur Verlängerungen solcher der Internodien des Stengels.

107. Dagegen dürfen die Milchgefässe der Papaveraceen, Papayaceen, Cichoraceen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Convolvulaceen, Aroideen etc.

nicht mit den Milchzellen verwechselt werden. Diese sind wahre Zellfusionen, durch Auflösung der betreffenden Scheidewände (wie die Gefässe des Holzes) aus ganzen Zellenreihen hervorgegangen (daher gegliederte Milchröhren). Da auch Querreihen von Zellen neben Verticalreihen zu Milchgefässen zusammentreten und die beiderlei Reihen vielfach mit einander verschmelzen, so stellen die Milchsaftgefässe ein meistens reichmaschiges Netz (Fig. 30, *m*) dar, das sowohl im Grundgewebe als auch namentlich im Basttheile der Fibrovasalstränge (Campanulaceen, Cichoraceen, Lobeliaceen) oder im Xylem (Papayaceen) derselben verläuft. Bei Acer verwandeln sich sogar die Siebröhren direct in Milchsaftgefässe und bei den Aroideen scheinen metamorphosirte Spiralgefässe als solche vorzukommen; ähnliches ist bei Convolvulaceen der Fall, während andere Pflanzen (Rhus, Alisma etc.) Milchsaft auch in Intercellulargängen enthalten.

Der bald farblose, bald (meist weiss, seltener gelb — Chelidonium — oder röthlich oder bläulich) gefärbte Milchsaft ist eine Lösung und auch Emulsion verschiedener Pflanzenstoffe (Fette; Gummi; Harz; Kautschukkörper — Siphonia elastica —; Alkaloide — Morphium im Opium, dem eingetrockneten Milchsafte des Mohn —, etc.) in wässerigem Zellsafte.

Fig. 30.



108. Als schlauchförmige Zellen mit verschiedenen Secreten als Inhalt sind folgende als die wichtigeren zu erwähnen.

S c h l e i m f ü h r e n d e S c h l ä u c h e finden sich z. B. im Parenchym der Orchis-Knollen. In ihnen entwickelt sich die Schleimmasse aus einem Schleimtropfen, der zuerst im Inneren des Protoplasmas um ein neben dem Zellkerne gelegenes Raphidenbündel (§ 56) nach Art einer Vacuole (§ 11) entsteht und wachsend das Plasma und den Zellkern völlig verdrängt, während die Raphiden auch in der fertigen Schleimmasse erhalten bleiben. Mit derartigen Schläuchen dürfen nicht jene Gummi oder Bassorin (§ 38) führenden zellenförmigen Hohlräume verwechselt werden, die sich z. B. im Baste von Laurineen (Cinnamomum) u. a. finden. Hier wird die dicke, geschichtete Wand der Bastzellen durch einen Desorganisationsprozess in Gummi übergeführt (§ 38), das häufig noch Schichtung zeigt und allmählich an Stelle der Bastzelle tritt. H a r z s c h l ä u c h e und G u m m i h a r z s c h l ä u c h e sind bei Acorus, Zingiberaceen, Convolvulaceen, in der Rinde von Croton- und Cinchona-Arten u. s. w. zu finden. Sie sind von sehr verschiedener, oft bedeutender Länge, begleiten in der Regel die Gefässbündel und sind manchmal von

Fig. 30. Milchgefässe aus dem Stengel von Lactuca sativa (Tangentialschnitt). *m* das Netz der Milchgefässe, *p* die in den Maschen desselben liegenden Parenchymzellen. (Vergr. 240.)

Milchsaftbehältern kaum unterscheidbar. Gerbstoffschläuche könnte man schlauchförmige Zellen nennen, deren gewöhnlich schleimiger oder gummiartiger Inhalt dauernd reich an Gerbstoff (§ 54) ist. Auch sie treten namentlich in der Nähe der Gefässbündel auf: viele Farnkräuter, Aroideen, Musaceen, Phaseolus multiflorus, Sambucus nigra etc. Bei letzterer Pflanze sind sie in der inneren Rinde und in der Peripherie des Markes der Zweige leicht als oft das ganze Internodium durchziehende, an beiden Enden spindelförmig zugespitzte Zellen nachweisbar, deren Membran im Alter verdickt und geschichtet ist und deren Inhalt dann eine fest-gelatinöse Beschaffenheit und rothbraune Färbung annimmt.

109. Viele Pflanzen enthalten im Gewebe der Blätter und Früchte, an Stengeln, Blüthenstielen etc. Drüsen, d. h. mit Secreten, vorzugsweise ätherischem Oel, erfüllte Hohlräume, die durch Auflösung von meist rundlichen Zellengruppen entstanden sind (daher zu den lysigenen Intercellularräumen — § 76 — gerechnet werden müssen) und in der Regel von besonderen Gewebeschichten aus tangential gestreckten Zellen umgeben werden. Derartige Drüsen finden sich ausgezeichnet in den Fruchtschalen der Orangen und Citronen, wo sie die Behälter des in grossen Tropfen in ihnen liegenden Citronenöles sind. Aehnliche Drüsen besitzen die Blätter von Hypericum, Citrus, Dictamnus, Ruta, manchen Labiaten, Myrtaceen u. s. w. Bei Dictamnus entstehen die dem Blattgewebe eingesenkten Drüsen aus einer Epidermiszelle und einer unter dieser liegenden Parenchymzelle, während die gestielten, in ein Haar endigenden Drüsen an Blüthenstiel, Bracteen und Kelch derselben Pflanze nur aus den Theilungen einer Oberhautzelle hervorgehen.

Von derartigen Drüsen müssen die ätherisches Oel, Harz oder Gummi enthaltenden Einzelzellen, oder Gruppen solcher (drüsenartige Harzzellengruppen im Holze der Coniferen), die oft auch als Drüsen bezeichnet worden sind, unterschieden werden; dagegen kann man die bei der Phanerogamenblüthe zu erwähnenden, zuckerhaltige Säfte ausscheidenden Nectarien wenigstens zum Theil hierher rechnen.

110. Gummi-, Harz- und Oelgänge gehören ihrer Entstehung nach zu den Intercellularräumen (§ 75). Selten sind derartige Secretbehälter lysigenen Ursprunges (Gummigänge im Blattstiele der Marattiaceen — § 76). Gewöhnlich sind es drei oder vier Zellenreihen, die in der Mitte auseinander weichend einen engen (schizogenen — § 76) Intercellulargang zwischen sich bilden, der bei starkem Wachsthum des umgebenden Gewebes sich in der Regel noch erweitert und oft sogar so bedeutenden Durchmesser erreicht, dass er dem unbewaffneten Auge sichtbar wird (Gummigänge von Astrapaea). Durch Tangentialtheilungen und weitere radiale Theilungen in den angrenzenden, secernirenden Zellen wird der Secretionscanal später von einem meist zartwandig bleibenden Mantel tangential gestreckter Zellen umgeben. Je nach der Natur des von dem Nachbargewebe ausgeschiedenen Secretes bezeichnet man die Secretionscanäle als Gummigänge (Cycadeen, Astrapaea etc.), Harz-, resp. Terpenthingänge (Coniferen, Terebinthaceen), oder Oelgänge (Compositen). Manchmal enthalten sie auch Gemische, z. B. von Gummi und Harz (Araliaceen, Umbelliferen). Ihre Vertheilung in der

Pflanze erstreckt sich sowohl auf das Grundgewebe (Astrapaea), als auf die Fibrovasalstränge (Pittosporum Tabira) oder auch auf beide zugleich (Coniferen, Umbelliferen). Sammelt sich in ihnen das Secret in grosser Menge an, so dass das umgebende Gewebe zersprengt wird, oder werden sie durch Verwundung des umgebenden Gewebes bloss gelegt oder gar verletzt, so quillt das Secret gewöhnlich rasch heraus, um zu grösseren oder geringeren Massen auf den Wundflächen einzutrocknen, wie es bei der Gewinnung des Harzes unserer Nadelhölzer der Fall ist.

C. Die Entwickelung der Gewebe aus dem Urmeristem und das Dickenwachsthum des Stammes.

111. Die im vorigen Abschnitte besprochenen Gewebesysteme sind, wie bereits in §§ 69 und 77 angedeutet wurde, nur den höher organisirten Pflanzen eigen. Bei den auf niederer Entwickelungsstufe stehenden Thallophyten sind die den Zellenkörper zusammensetzenden Zellen (häufig mit Ausnahme derjenigen der Fortpflanzung dienenden) meist so wenig von einander verschieden, dass von Haut-, Fibrovasal- und Grundgewebe nicht die Rede sein kann, zumal bei denjenigen Formen, die nur aus Zellenreihen oder wenig entwickelten Zellenscheiben oder Zellkörpern bestehen. Erst mit der massigeren Ausbildung des Gewebes lassen sich bei den höheren Thallophyten (grösseren Pilzen, Tangen etc.) häufig äussere, kleinere Zellen unter Umständen als Rinde oder auch als Hautgewebe betrachten (§ 77), während centrale Gewebemassen sich oft durch stärkere Längsstreckung ihrer Zellen von den peripherischen unterscheiden. Bei manchen niederen Moosen (z. B. Marchantia) tritt uns zum ersten Male eine echte Epidermis mit Spaltöffnungen entgegen (§ 77). Ebenso finden sich in Stengel und Blättern namentlich der Laubmoose fast durchgängig Zellenstränge, deren langgestreckte, dünnwandige Zellen mit dem Cambiform (§ 98 c) der Fibrovasalstränge Aehnlichkeit haben, so dass man derartige Stränge vielleicht als erste Andeutung zur Anlage von Gefässbündeln gelten lassen kann, während im Stengel derselben Moose die beiden anderen Gewebesysteme noch nicht oder nur andeutungsweise geschieden sind. Dagegen treten von den Gefässkryptogamen ab an völlig entwickelten Organen die Gewebe scharf als eines der drei besprochenen Systeme fast überall hervor.

112. Gehen wir von den vollständig differenzirten Theilen wachsender Stengel und Wurzeln oder deren Verzweigungen aufwärts zu den jüngeren Regionen derselben, so bemerken wir jedoch eine allmählich auftretende weniger scharfe Sonderung der Gewebesysteme, bis wir in den äussersten fortwachsenden Enden derselben von ihnen nichts mehr sehen, sondern hier ein Gewebe antreffen, dessen lebhaft sich theilende Zellen alle gleiche oder nahezu gleiche Grösse, gleiche Form und gleichen Inhalt besitzen. Dieses Gewebe, aus dem weiter abwärts allmählich sämmtliche verschiedenen Gewebe der entwickelten Organe hervorgehen, ist das bereits im § 72 erwähnte Urmeristem. Es bildet den Scheitel des wachsenden Sprosses, der, wenn er als kegelförmige Verlängerung vorragt, Vegetationskegel, sonst aber mit allgemeinerer Bezeichnung Vegetationspunkt genannt wird.

Bei den allermeisten Kryptogamen lässt sich das gesammte Urmeristem seinem Ursprunge nach von einer einzelnen, grösseren, am Scheitel des Vegetationspunktes liegenden Zelle, der Scheitelzelle, ableiten, deren Theilungen nach bestimmten Gesetzen erfolgen. Bei den Phanerogamen ist jedoch eine einzelne Scheitelzelle nicht vorhanden; es wird der Scheitel selbst von einer Gruppe gleichwerthiger, gleichmässig sich theilender Zellen eingenommen.

113. Betrachten wir zunächst das Wachsthum von Vegetationspunkten mit Scheitelzelle, so finden wir einen einfachsten Fall der Art bei vielen Algen, bei denen die das Ende eines Laubzweiges einnehmende Scheitelzelle cylindrische Gestalt und eine kuppelförmige Endfläche zeigt (Fig. 31, *v*). Wie in allen anderen Fällen wird hier durch die in der Scheitelzelle erfolgenden Theilungen dieselbe in zwei ungleiche Tochterzellen zerlegt, von denen die äussere im Allgemeinen die Form der Scheitelzelle behält und zur neuen Scheitelzelle wird, die nach rückwärts durch die Theilwand (Segmentwand, Hauptwand) abgeschnittene Zelle (Segment, Segmentzelle) dagegen eine abweichende Gestalt zeigt. In unserem ersten Falle ist sie dick scheibenförmig (Fig. 31, *s'*).

Fig. 31.



Nachdem die Scheitelzelle durch Wachsthum sich wieder annähernd auf ihren ursprünglichen Umfang vergrössert hat, wird durch eine neue Segmentwand, die parallel der ersten fällt, ein zweites Segment von der Form des ersten nach hinten abgegliedert und so fort. Die abgeschnittenen Segmente aber theilen sich in unserem Beispiele zunächst durch Querwände in je zwei über einander stehende scheibenförmige Gliederzellen (Fig. 31, *s''*), die dann durch je eine Längswand halbirt werden. Eine zweite, rechtwinkelig auf die erste gerichtete Längswand in jeder halbcylindrischen Zelle theilt die ursprüngliche Gliederzelle in vier nach Art von Quadranten gelagerte Zellen und diese werden darauf durch weitere, hier nicht ins Einzelne zu verfolgende radiale und tangentiale Längswände in innere und äussere Zellen zerlegt, wodurch die Entwickelung des Gewebekörpers fortgeführt wird.

Bleiben die Segmentzellen ungetheilt, oder theilen sie sich nur durch Querwände, so entsteht aus den Tochterzellen der Scheitelzelle eine einfache Zellenreihe (Fadenalgen, Mycelium und Hyphen der Pilze, Vorkeim der meisten Moose, einfacher gebaute Haare wie Fig. 18, *r*, *s*).

114. Bei einzelnen Laubmoosen, z. B. Fissidens, liegt am Scheitel des kurzen Vegetationskegels eine Scheitelzelle, die von oben gesehen linsenförmig (Fig. 32, A; *v*), in einem Längsschnitte in der Richtung des Pfeiles

Fig. 31. Vegetationskegel von Cladostephus verticillatus (Vergr. 180) nach Pringsheim. *v* Scheitelzelle. *s'* deren jüngstes, noch ungetheiltes, *s''* das zweitjüngste, bereits in Quer- und Längstheilung begriffene Segment.

bei B keilig, etwas schmäler wie *v* in C derselben Figur erscheint. Sie ist somit eine keilförmige Zelle mit einer gewölbten Aussenwand und zwei nach unten im spitzen Winkel zusammenstossenden, ebenfalls leicht gewölbten Seitenwänden. Die Segmentwände entstehen hier bei der Theilung abwechselnd schief rechts und links und stets parallel der ältesten Seitenwand der neuen Scheitelzelle, wie dies in dem schematischen Grundrisse B deutlich hervortritt, in welchem die Altersfolge der Segmentwände durch die Reihenfolge der Zahlen bezeichnet wurde, 1 daher die älteste, 6 die jüngste Wand ist. Von den beiden die Scheitelzelle *v* jetzt begrenzenden Wänden 5 und 6 ist 5 älter als 6; die nächste Wand 7 wird daher parallel der Wand 5 fallen und wie die vorhergehenden Segmentwände eine tafelförmige Segmentzelle von der Scheitelzelle abgliedern, welche von zwei parallelen gebogenen Hauptwänden (einer vorderen und hinteren), einer gewölbten trapezoidischen Aussenwand und einer ähnlichen Innenfläche begrenzt ist. Die weiteren Theilungen in den Segmentzellen siehe in §§ 115 und 116.

Eine ähnliche Scheitelzelle mit abwechselnd rechts und links fallenden Segmentwänden aber manchmal anders gestalteten Segmenten besitzt auch der Vegetationspunkt gewisser laubiger Lebermoose (z. B. Metzgeria), der Vegetationskegel einiger Farne (z. B. von Pteris aquilina) und in einer gewissen Lebensperiode der Vorkeim mancher Farne.

115. Die Scheitelzelle der beblätterten Lebermoose, der meisten Laubmoose und der Mehrzahl der Gefässkryptogamen ist eine vierflächige, von drei dreiseitigen, nach rückwärts pyramidenförmig zusammenstossenden Seitenwänden (Fig. 32 C, *v*) und einer dreiseitigen, gewölbten Aussenwand (Fig. 32 C und D, *v*) gebildete. In ihr divergiren die drei aufeinander folgenden Segment- oder Hauptwände, welche auch hier jedesmal parallel der ältesten Seitenwand der jeweiligen

Fig. 32.

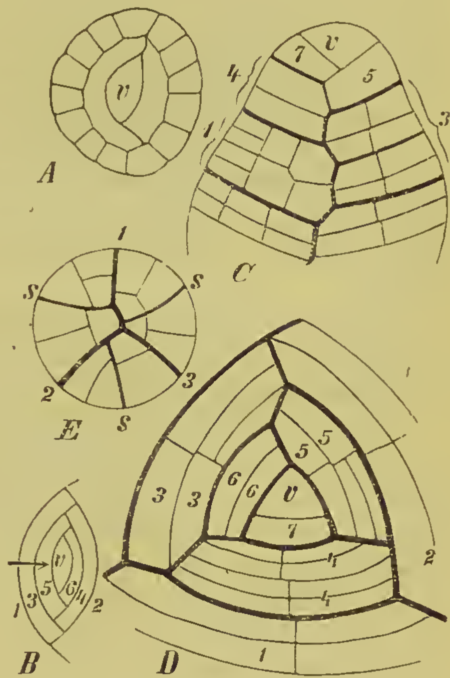


Fig. 32. A Scheitelansicht eines jungen Sprosses von Fissidens adiantoides (Vergr. 350) nach Leitgeb. B Schematische Darstellung der Theilungen in der Scheitelzelle *v* (Grundriss; die Zahlen geben die Altersfolge der Wände von der ältesten sichtbaren bis zur jüngsten — 6 — an). C Vegetationskegel von Equisetum arvense nach Cramer (Vergr. circa 200). D Schematischer Grundriss desselben mit den Theilungen in der Scheitelzelle *v* und deren Segmenten, die (wie in Fig. C) nach der Altersfolge vom ältesten sichtbaren bis zum jüngsten mit 1—7 bezeichnet, ausserdem auch durch stärkere Wände markirt sind. E Querschnitt des Vegetationskegels von Equisetum arvense bei Segment 1 in C geführt: 1, 2 und 3 sind die Haupt-, *s* die Sextantenwände.

Scheitelzelle angelegt werden, um Winkel von circa 120°, eine aufsteigende Spirale um den Vegetationskegel beschreibend. Ganz vorzüglich ist diese Theilung, wie diejenige der Segmente, in der grossen Schcitelzelle der Schachtelhalme zu verfolgen. Die Anordnung der Segmente selbst geht leicht aus den Figuren 32 C und D hervor; ihre Altersfolge ist auch hier durch die Zahlen 1—7 bezeichnet und die zu einem Segmente gehörenden weiteren Gliederzellen sind durch stärkere Linien, die je ein Segment umfassen, gekennzeichnet. Darnach theilt sich jedes der fünfflächig tafelförmigen Segmente durch eine der ersten Hauptwand parallele Wand in eine obere und untere Hälfte (Fig. 32 D, Segment 6, 6; Fig. 32 C, Segment 4). Jede derselben wird dann durch eine senkrechte Wand in 2 nicht ganz gleiche, rechts und links gelegene Stücke gegliedert. Diese letzte Wand (Fig. 32 E, *s*) setzt nämlich zwar an der Mitte der Aussenwand an (Fig. 32 D, Segment 5 und ältere), geht aber nicht geradlinig in den Innenwinkel der Segmenthälfte, sondern im Bogen an eine Seitenwand. Die so erzeugten, auf nahezu gleicher Höhe liegenden sechs Zellen (Sextantenzellen — Fig. 32 E) eines Umlaufes (d. h. dreier oberer und unterer Segmenthälften) zerfallen dann durch Tangentialwände in eine innere kleinere und äussere grössere Zelle. Aus ersteren Zellen geht das später zerreissende Mark hervor, aus letzteren entstehen Epidermis, Fibrovasalstränge und Rinde.

Bei einzelnen Arten der Gattung Selaginella (Gefässkryptogamen) ist bald eine Scheitelzelle vorhanden, bald erscheint der Vegetationskegel wie bei den Phanerogamen (§ 119).

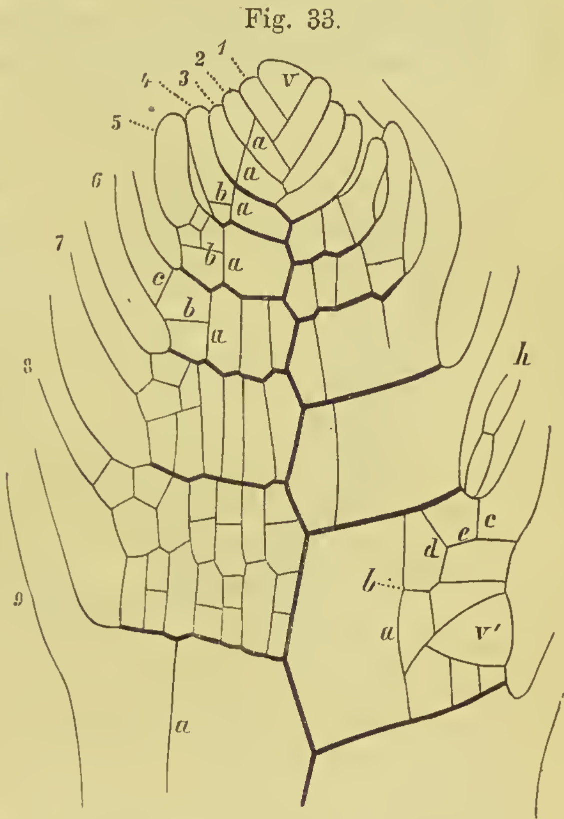
116. Bei den hierher gehörenden Laubmoosen sind die Theilungen in der Scheitelzelle (*v*, Fig. 33) analog denen von Equisetum. Die Segmente liegen auch hier in 3 geraden Reihen am Stämmchen unter einander (Fig. 33, Segment 1—9, die bei Berücksichtigung des ganzen Stengelumfanges ihrer wahren Altersfolge nach als die Segmente 1, 4, 7, 10 etc. bezeichnet werden müssten). Sie sind anfänglich wie bei allen ähnlichen Scheitelzelltheilungen mehr oder weniger schief gestellt (Fig. 33, Segmente 1, 2, 3), werden aber in Folge des weiteren Wachsthumes des Stämmchens allmählich horizontal gelegt (Fig. 33, Segmente 6, 7, 8), was auch bei Equisetum (Fig. 32 C) deutlich hervortritt. Die erste in jedem Segmente auftretende Wand ist hier eine der Längsaxe des Stämmchens nahezu parallele Tangentialwand, die das Segment in einen äusseren Blatttheil und einen inneren Stengeltheil zerlegt, und welche als Blattwand bezeichnet wird (Fig. 33, *a*). Der Stengeltheil des Segmentes zerfällt darauf wie bei Equisetum (§ 115) durch eine gebogene Radialwand in zwei ungleiche Sextantenzellen (sechs Zellen bilden jetzt den Stengelumfang), die sich in weiterer Folge durch Tangential- und Radialwände theilen und damit die Hauptmasse des Stengelgewebes liefern.

117. Im Blatttheile jedes Segmentes theilt eine auf die Blattwand (*a*) senkrecht gerichtete Querwand, die Basilarwand (Fig. 33, *b*), diesen in eine obere scheitelsichtige (akroskope) und untere grundsichtige (basiskope) Zelle. Die grundsichtige Zelle erleidet später abwechselnd eine Anzahl von Radial- und darauf folgenden Tangentialtheilungen; das daraus hervorgehende Gewebe nimmt an der Stengelbildung Antheil. Aus der scheitelsichtigen

Segmentzelle dagegen entwickelt sich ein Blatt, indem eine zuerst auf dem Längsschnitte des Stämmchens sichtbare Wand (*c* in Segment 6 der Fig. 33) die Zelle in den Blattgrund und die Blattfläche theilt, die Wände *d* und *e* ersteren mehrzellig machen, die Blattfläche selbst durch eine abwechselnd nach rechts und links Segmente abschneidende Scheitelzelle weiter gegliedert wird (vgl. § 163).

Von dem besprochenen Typus der vierflächigen Scheitelzelle weichen manche Laubmoose dadurch ab, dass die Hauptwände nicht parallel der ältesten Seitenwand der Scheitelzelle angelegt werden, sondern jedesmal an ihrer (im Sinne der fortlaufenden Spirale) vorderen Seite etwas weiter vorgreifen, so dass das vierte Segment beispielsweise nicht genau über dem ersten steht, sondern um ein Stück in der Spirale vorgerückt ist, die Blätter also nicht in drei geraden Längsreihen, sondern in eben so vielen Spiralen am Stengel stehen.

Fig. 33.

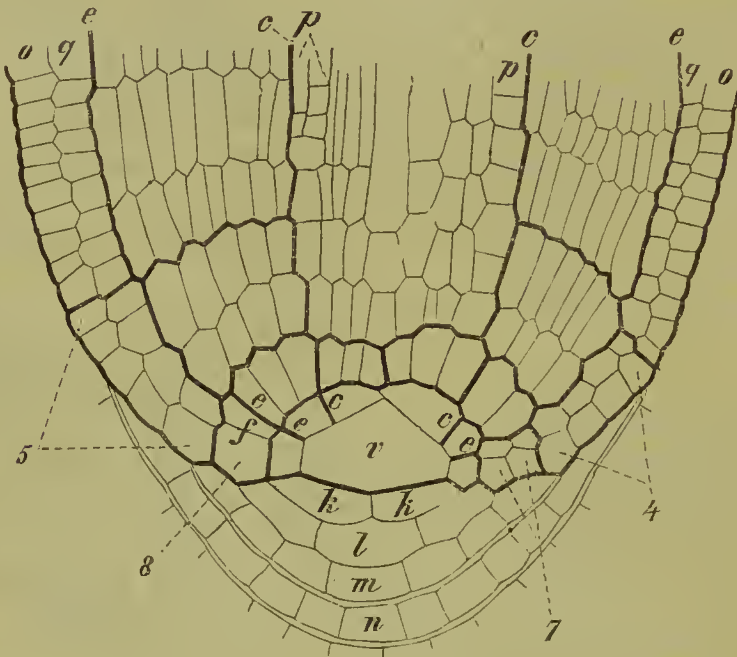


118. Auch die Wurzeln der meisten Gefässkryptogamen wachsen mit einer Scheitelzelle, die derjenigen des Stammendes von Equisetum der Form nach gleichkommt. In derselben erfolgen zunächst drei Theilungen parallel den Hauptwänden (Seitenwänden), wie in den oben beschriebenen Fällen. Dann aber wird eine vierte Wand parallel der Aussenfläche der Scheitelzelle angelegt und dadurch eine Kugelkappenzelle von derselben abgeschnitten (Fig. 34, *kk*), die zur Entstehung der die Wurzel (gegenüber dem nackten Stammscheitel) charakterisirenden Wurzelhaube Veranlassung giebt (vgl. §§ 131, 139). Nach dieser vierten Theilung der Scheitelzelle treten wieder parallel den Seitenflächen drei Wände nach einander auf, welche das Gewebe der Wurzelspitze vermehrende Segmentzellen liefern, worauf eine achte, abermals der Aussen-

Fig. 33. Längsschnitt durch das Stammende von Fontinalis antipyretica (Vergr. 250) nach Leitgeb. *v* Scheitelzelle. 1—9 die von derselben abgeschnittenen, in einer Längsreihe im Stamme liegenden Segmente, die auch durch stärkere Linien markirt sind. *a* Blattwand, *b* Basilarwand, *c*, *d* und *e* die folgenden Wände des oberen, äusseren Segmenttheiles. *h* Haar. *v'* Scheitelzelle eines in einer äusseren Zelle angelegten jungen Seitenzweiges.

wand parallele Wand eine neue Kappenzelle für die Wurzelhaube entstehen lässt. Jede nach innen abgegliederte Segmentzelle wird nun durch eine Sextantenwand gerade wie in den Segmenthälften des Stammscheitels bei Equisetum (Fig. 32, E) in zwei ungleiche Sextantenzellen zerlegt, von denen drei bis in die Mitte des Querschnittes reichen, drei jedoch nicht. Jede Sextantenzelle wird durch eine Tangentialwand, die Cambiumwand, in eine innere und äussere Zelle getheilt (Fig. 32 E und Fig. 34, *c*). Die inneren sechs Zellen liefern das Gewebe des axilen Fibrovasalstranges (Fig. 34, *cc*), die äusseren sechs dagegen eine Zellenschicht, die sich durch Auftreten einer neuen Tangentialwand, der Epidermiswand (Fig. 34, *e*), später in Rinde (Fig. 34, *ce*) und Epidermis (Fig. 34, *oq*) differenzirt.

Fig. 34.

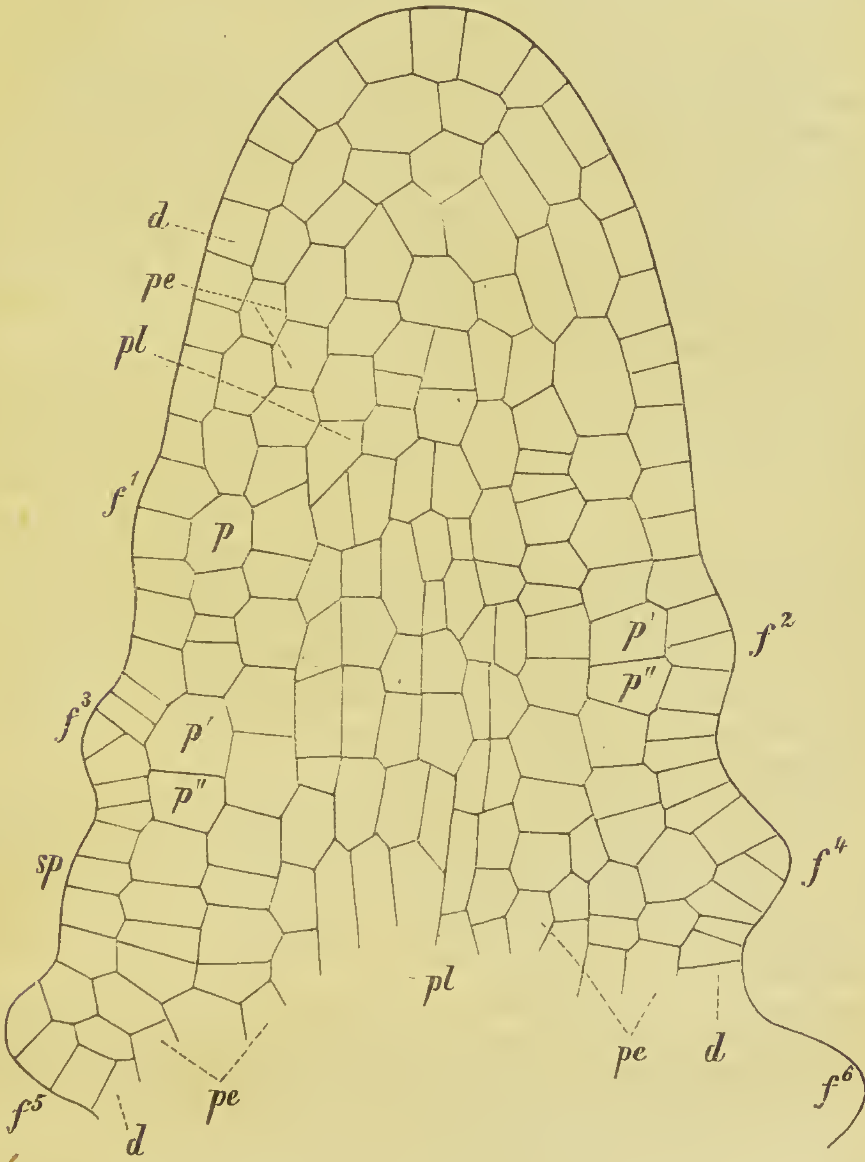


Die Kappenzellen der Wurzelhaube dagegen wachsen bald so in die Breite, dass sie von der Fläche gesehen fast kreisförmig werden. Jede derselben theilt sich (Fig. 34, *kk*) durch eine auf ihre Grundfläche senkrechte Wand in zwei halbkreisförmige Zellen, von denen jede abermals durch eine auf die vorhergehende Wand rechtwinkelig gestellte Wand in Quadranten zerfällt, die sich weiter durch eine Radialwand in Octanten theilen. In den

Fig. 34. Längsschnitt durch die Wurzelspitze von Polypodium dimorphum (Vergr. 300) nach Nägeli und Leitgeb. *k*, *l*, *m* und *n* sind die vier jüngsten Kappen der Wurzelhaube, deren ältere Kappen nicht gezeichnet wurden. *v* Scheitelzelle. 4, 5, 7 und 8 Segmente derselben, die das Gewebe der Wurzelspitze bilden. In den beiden jüngsten sichtbaren, nicht weiter bezeichneten Segmenten ist *c* die Cambiumwand, *e* die Epidermiswand, in Segment 8 ist *f* die die Epidermis in zwei Schichten theilende Längswand. *o*—*q* die zweischichtige Epidermis. *e*—*e* Rinde. *c*—*c* Cambiumcylinder für die Anlage des Fibrovasalstranges und darin *p* das Pericambium. Die jüngeren Segmente, sowie die drei Gewebeschichten, wurden durch stärkere Grenzlinien noch mehr markirt.

über einander liegenden Kappen der Wurzelhaube stehen indessen die Quadrantenwände nicht senkrecht über einander, sondern sie wechseln mit einander unter Winkeln von 45° ab. (Vgl. § 139.)

Fig. 35.



119. Sämmtliche Phanerogamen besitzen sowohl an Stämmen und deren Verzweigungen, als an den Wurzeln scheinbar Vegetationspunkte ohne

Fig. 35. Vegetationskegel von Elodea canadensis, optischer Längsschnitt (Vergr. 500). *d* Dermatogen. *pe* Periblem. *pl* Plerom. p, p', p'' die als Einleitung zur Blattbildung sich radial streckenden Periblemzellen. f^1—f^6 die am Längsschnitte sichtbaren jungen Blätter, f^1 das jüngste, f^6 das älteste. *sp* ein in der Achsel des Blattes f^5 sich entwickelnder, eben angelegter Seitenspross.

Scheitelzelle. Es ist nicht eine einzelne Zelle vorhanden, welche der Scheitelzelle der Phanerogamen entspräche und auf welche sich sämmtliche innere und äussere Gewebe zurückführen lassen; vielmehr ist es eine ganze den Scheitel einnehmende Zellengruppe, deren Zellen durch abwechselnd über's Kreuz gestellte Radial- und dann Tangentialwände dem weiter rückwärts liegenden Zellgewebe den Ursprung geben (Fig. 35). Doch wäre es auch hier möglich, dass eine auf Längsschnitten vierseitig erscheinende, in der Flächenansicht wohl meistens dreiseitige Scheitelzelle vorhanden ist, in welcher durch extraaxile Längswände Segmente abgeschnitten werden. Das Scheitelwachsthum einiger genau beobachteter Wurzeln (Vallisneria, Heleocharis, Myriophyllum etc.) ist vielleicht einer solchen Annahme nicht ungünstig. Hier tritt in den Segmenten zuerst eine Epidermiswand (§ 118) auf, der von aussen nach innen weitere Wände folgen, welche die Rindenzellen bilden; durch Querwände in der Scheitelzelle werden grundwärts Zellen abgeschnitten, aus denen der Fibrovasalstrang entsteht.

Schon bei den Kryptogamen sahen wir eine durch die ersten Theilungen in den Segmenten angelegte, mehr oder minder regelmässige Schichtung der äusseren und inneren Zellenlagen, welche zu der späteren Differenzirung des Gesammtgewebes in Oberhaut, Fibrovasalsystem und Grundgewebe (z. B. der Rinde) in Beziehung steht (§§ 115—118). Auch bei den Phanerogamen ist dieses in mehr oder weniger ausgesprochener Weise der Fall. Aus der äussersten Zellenlage, die wie eine Kappe den Vegetationskegel bedeckt, geht weiter abwärts die Epidermis des Stammes hervor. Sie heisst daher Dermatogen (Hautbildungsgewebe, Fig. 35, *d*). Ihre Zellen theilen sich in den meisten Fällen nur durch Radialwände, so dass sie dann auch an nicht mehr wachsenden Organen einschichtig bleibt. Treten dagegen in dem Dermatogen später noch Tangentialtheilungen ein, so entsteht die im § 89 erwähnte mehrschichtige Epidermis.

120. Unter dem Dermatogen liegen, wie dieses ziemlich regelmässig kappenförmig den Scheitel überziehend, eine, zwei, oder auch mehr Zellenlagen, die als Periblem (Hüllgewebe — Fig. 35, *pe*) bezeichnet werden. Auf diese Schicht lässt sich das gesammte Grundgewebe der Rinde (Collenchym, Sclerenchym, Rindenparenchym, in den meisten Fällen der Kork) zurückführen.

Den Kern des Vegetationskegels endlich bildet ein nicht mehr in regelrechte Kappen geordnetes Gewebe von grösserem oder geringerem Umfange: das Plerom (Füllgewebe — Fig. 35, *pl*, doch nicht im Sinne des § 103). Es lässt sich abwärts in ganz allmählichem Verlaufe in die von der Rinde umschlossenen Gewebe verfolgen. Ist kein Mark vorhanden, so wird das gesammte Plerom in das Fibrovasalsystem differenzirt (Elodea, Myriophyllum, viele Wurzeln). Findet sich dagegen im erwachsenen Stamme ein Mark, so entsteht dieses aus einem grösseren oder geringeren centralen Theile des Pleroms, und nur ein peripherischer (hohlcylindrischer) Theil desselben wird für die Fibrovasalstränge verwendet.

In anderen Fällen ist die Anordnung dieser Gewebeschichten nicht die regelmässige, wie eben beschriebene. Es liegt dann unter dem Dermatogen ein unregelmässiges Bildungsgewebe, in dem eine Trennung in Periblem und

Plerom nicht einmal andeutungsweise hervortritt. Oder es lassen sich Periblem und Plerom nur auf kurze Strecken und oft unterbrochen schärfer unterscheiden, während sie an anderen Stellen in einander übergehen, wie dies z. B. auch auf der rechten Seite des in Fig. 35 gezeichneten Vegetationskegels von Elodea canadensis der Fall ist. Die besprochene Gewebegliederung hat daher im Allgemeinen nicht den hohen Werth, der ihr oft beigelegt wird.

121. Während die zunächst am Scheitel des Vegetationskegels liegenden Gewebeschichten ihre Zellen allseitig noch fest aneinander schliessen lassen, bilden sich etwas abwärts bald zwischen denen des jugendlichen Markes (centrales Plerom) und der jungen Rinde (Periblem) Intercellulargänge, die zuerst nur vereinzelt auftreten, bald aber ein vielfach verzweigtes Canalsystem darstellen. Zugleich finden vielfache Theilungen in den einzelnen Zellen statt, die um so häufiger sind, je näher die Zellen dem Scheitel liegen. Durch Quertheilung dieser wird nicht allein die Länge des Stengels oder Stammes vergrössert; es nehmen auch Umfang desselben sowie Dicke der Gewebe in Folge von Radial- und Tangentialtheilungen zu.

Gewöhnlich strecken sich nach Aufhören der Theilungen die Zellen der Rinde und des Markes parallel der Längsaxe des Stengels und nehmen dabei, allmählich in Dauerzellen übergehend, die früher (§§ 102—108) beschriebenen Formen an.

122. Die Ausbildung des Markes erfolgt in der Regel am raschesten. Oft ist dieselbe bereits vollendet, wenn die peripherischen Gewebe noch im lebhaftesten Wachsthume begriffen sind. In solchen Fällen wird das Mark bald stark passiv gedehnt; seine Zellen weichen zuerst an einzelnen Stellen, grössere Intercellularräume zwischen sich bildend, auseinander (§ 74); schliesslich zerreisst es vielfach, um in manchmal bald vertrocknenden Massen die Innenwand des nun hohl gewordenen Stengels auszukleiden (Taraxacum, Allium etc.). Dabei bleiben jedoch häufig quer durch die Höhlung gespannte Marklamellen stehen (Mark in den Zweigen von Juglans). In mehrgliederigen hohlen Stengeln findet sich in jedem sogenannten Knoten (der Blattinsertion entsprechend) eine Querwand festeren Gewebes (Equisetum, Umbelliferen, Labiaten, Gramineen etc.). Bei Equisetum, wo die Bildung derselben sehr schön zu verfolgen ist, wird sie schon früh durch kleinere, etwas quer gestreckte Zellen von denen des zerreissenden Markes unterscheidbar.

123. Die wichtigsten Veränderungen für den Stamm vollziehen sich in demjenigen Plerомtheile, welcher die Fibrovasalstränge liefert. In den Stämmen der Gefässkryptogamen und Monocotyledonen, die mehrere in einen oder mehrere Kreise geordnete Gefässbündel besitzen, differenziren sich in ihm Stränge gestreckter, zartwandiger Zellen, die man als Procambium bezeichnet. Auf dem Querschnitte erscheinen sie als rundliche Gruppen, die durch Schichten von zu Grundgewebe sich umbildenden, weiteren Zellen getrennt werden. In diesen Procambiumsträngen werden sämmtliche Zellen in Dauerzellen umgewandelt, d. h. in Elemente des Holzes und Bastes, wie sie in §§ 97 und 98 beschrieben wurden. Bei den Monocotyledonen erfolgt das Auftreten der einzelnen Zellformen ähnlich, wie bei

den Dicotyledonen (§ 125). Im Procambiumstrange des Adler-Farn entstehen die ersten Spiralgefässe in den Brennpunkten des elliptischen Querschnittes. Nach Ausbildung seines Holzes und Bastes vermag der Fibrovasalstrang nicht weiter in die Dicke zu wachsen, da ihm als geschlossener Strang kein Theilungsgewebe übrig bleibt (§ 72). Der Stengel oder Stamm einer monocotyledonen Pflanze oder eines Farn behält daher auch zeitlebens an jeder Stelle die Stärke, welche er nach Differenzirung seiner Gewebe unterhalb des Vegetationskegels besass. Dass trotzdem der Stamm einer alten Palme z. B. dicker ist, als der einer jungen derselben Art, hat einen anderen Grund. Mit zunehmendem Alter wird nach und nach auch während des Längenwachsthums bereits das Gewebe des Vegetationskegels durch zahlreichere Theilungen bedeutend vermehrt. Der Stamm gleicht daher bald einem auf seiner Spitze stehenden Kegel und erst wenn ein gewisser Umfang erreicht ist, wächst er als Cylinder weiter. Nur bei wenigen Monocotyledonen (z. B. Ruscus) ist ein kurze Zeit dauerndes primäres Dickenwachsthum durch tangentiale Theilungen innerhalb einer niedrigen, unmittelbar unter dem Vegetationskegel liegenden Zone des Stammes nachgewiesen worden.

124. Eine auffallende Ausnahme machen die durch ein lange andauerndes, über die ganze Länge und den gesammten Umfang des Stammes ausgedehntes, secundäres Dickenwachsthum ausgezeichneten baumartigen Liliaceen der Gattungen Dracaena, Yucca, Aloë, Lomatophyllum und Beaucarnea, unter denen der berühmte Stamm von Dracaena Draco bei Orotava auf Teneriffa circa 12 Fuss im Durchmesser hatte. Hier entwickelt sich ausserhalb der bereits im fortwachsenden Stammende angelegten, dem centralen Grundgewebe eingebetteten Fibrovasalstränge, deren obere Enden in die Blätter ausbiegen, in weiterer Entfernung von der Stammspitze ein neues Bildungsgewebe. Dieses entsteht durch Tangentialtheilungen innerhalb einer begrenzten inneren Zone des Rindengewebes und stellt so einen geschlossenen, aus im Querschnitte radiär geordneten Zellen bestehenden Hohlcylinder dar, in dem sich an verschiedenen Stellen des Stammumfanges durch Längstheilungen einzelner Zellen neue Procambiumstränge bilden, welche neue Fibrovasalstränge liefern, während das zwischen ihnen liegende Gewebe in dickwandiges Grundgewebe übergeht. Durch fortschreitende Tangentialtheilungen im äusseren Theile dieses Bildungsgewebes (Folgemeristem — § 72) und weitere Entwickelung von Fibrovasalsträngen und Grundgewebe im inneren Theile, entsteht so nach und nach ein mächtiger Holzcylinder, dem der Stamm sein ganzes Dickenwachsthum verdankt: Anlage neuer Fibrovasalstränge mit dazwischen gelegenem Grundgewebe, nicht weitere Ausbildung der primären, geschlossenen Stränge, sind die Ursache desselben.

Auch die Wurzeln von Dracaena besitzen secundäres Dickenwachsthum, welches denen aller übrigen Monocotyledonen abgeht.

125. Bei den Gymnospermen und Dicotyledonen (namentlich in krautigen, einjährigen Stengeln der letzteren) tritt bei Anlage der Gefässbündel im Plerom das Procambium ebenfalls zuerst strangartig auf und der Kreis der Procambiumstränge wird von breiten Massen von Grundgewebe durchsetzt, welche radiär zwischen Rinde und Mark verlaufen und Markver-

bindungen heissen. In den Procambiumsträngen beginnt die Differenzirung des Gewebes mit der Bildung einzelner Bastzellen auf der Aussenseite des Stranges, denen bald einzelne Spiral- oder Ringgefässe auf der Innenseite folgen. Von da ab entwickelt sich der Basttheil des Stranges durch weitere Anlage von Bastzellen, denen sich Siebröhren und Bastparenchym zugesellen, centripetal weiter, während die Ausbildung des Holzes centrifugal mit Differenzirung neuer Gefässe, namentlich gehöft-getüpfelter, mit dazwischen gelegenen Holzzellen und Holzparenchym fortschreitet. Die zuerst angelegten Elemente des Bastes und Holzes werden dabei am längsten, weil sie das ganze Längenwachsthum des betreffenden Stammtheiles mitmachen, während die im Verlaufe des späteren Wachsthums angelegten Zellen kürzer bleiben. Es verwandelt sich aber bei sämmtlichen ausdauernden Axen niemals das gesammte Procambium in Phloëm und Xylem; beide stossen nie zu einem geschlossenen Strange zusammen. Vielmehr bleibt zwischen ihnen eine schmale Zone von Theilungsgewebe übrig, die von nun ab als Cambium bezeichnet wird, und von der das weitere Dickenwachsthum des Stammes oder Zweiges seinen Ausgang nimmt.

126. Die noch getrennten Fibrovasalstränge werden nämlich in ihren Cambialtheilen bald durch Bildung einer verbindenden Cambiumschicht in den sie bis dahin trennenden Markverbindungen vereinigt, indem in letzteren tangentiale Theilungen eintreten. So entsteht ein geschlossener Cambiumcylinder (auf dem Querschnitte als Ring erscheinend und daher auch Verdickungsring genannt), der unter fortwährender Theilung und Umwandlung eines Theiles seiner in radiale Reihen angeordneten Zellen in Dauerzellen auf seiner Rindenseite Bast, auf der Markseite Holz entwickelt, so dass bald auch ein geschlossener Bast- und Holzkörper vorhanden ist. Letzterer ist nach dem Marke zu nicht regelmässig kreisförmig begrenzt. Vielmehr springen die Holztheile der zuerst getrennt angelegten Stränge bogenförmig nach innen in das Mark vor und bilden die sogenannte Markkrone. Der gesammte Bast wird von nun an auch wohl als secundäre Rinde bezeichnet.

127. Mit dem Schlusse der Vegetationsperiode hört die Thätigkeit des Cambiums auf; der zwischen Holz und Bast übrig bleibende Theil ruht während des Winters, um mit Eintritt des nächsten Frühjahres neues Dauergewebe zu erzeugen. Jetzt beginnt abermals, während die Cambialzellen sich durch Theilung vermehren, an der Innenseite des Cambiumringes die Bildung von Holz, an der Aussenseite die des Bastes. Es nimmt somit der Holzkörper des ersten Jahres an seiner Aussenseite (centrifugal), der Bastkörper an seiner Innenseite (centripetal) an Stärke zu, gerade wie bei der Holz- und Bastbildung im Procambium (Fig. 25 und 26 auf S. 53 und 54). Dabei tritt eine gewöhnlich schon mit unbewaffnetem Auge sichtbare Schichtung vorzüglich des Holzkörpers (in manchen Fällen auch des Bastes) hervor.

Anfänglich werden nämlich bei unseren Laubhölzern vom Cambium mehr und weitere, einzeln oder in Gruppen zwischen den Markstrahlen gelegene Gefässe gebildet und zwischen denselben weniger, meist auch weitere und dünnwandigere Holzzellen. Mit dem Fortschreiten der Holzbildung

nehmen die Gefässe an Weite und Anzahl meist bedeutend ab; oft werden sogar im Herbste keine mehr gebildet. Dagegen treten zahlreichere, in der Regel dickwandigere und auch allmählich enger werdende Holzzellen auf, bis der Holzring einer Periode nur mit solchen schliesst (Fig. 25 und 26). Es ist demnach das sogenannte Frühjahrsholz weniger dicht, als das dichte, festere Herbstholz. Das nächste, an das Herbstholz des vorigen Jahres schliessende lockere Frühjahrsholz, das wieder in gleicher Weise mit überwiegender Gefässbildung beginnt, setzt sich scharf gegen das erstere ab. Hölzer mit sehr weiten Gefässen, wie z. B. das der Eiche, zeigen diese Anordnung am deutlichsten. Die so gegen einander abgegrenzten Holzringe werden gewöhnlich als Jahresringe bezeichnet, da jeder derselben einer Vegetationsperiode von Frühjahr zu Frühjahr, einem Jahre, entspricht. Doch ist diese Benennung nicht in allen Fällen zutreffend, da innerhalb eines Sommers auch zwei Holzringe erzeugt werden können.

128. Die Nadelhölzer bilden nach Ablauf der ersten Vegetationsperiode aus dem Cambium neben Markstrahlen stets nur noch die charakteristischen Tracheïden des Coniferenholzes (§ 24) und etwa Holzparenchym, aber keine Gefässe mehr. Hier werden jedoch durch die Ungleichheit der Holzzellen die Jahresringe markirt. Während das Frühjahrsholz weitere, verhältnissmässig dünnwandige Holzzellen aufweist, werden diese nach aussen zu allmählich enger und dickwandiger, dabei oft tangential gestreckt (Fig. 15, *h* auf S. 36), so dass ihre Höhlung auf dem Querschnitte manchmal nur noch als ein Spalt erscheint. An diese dickwandigen Herbstholzzellen schliesst sich unmittelbar wieder das lockere Frühjahrsholz (Fig. 15, *f*) im scharfen Absatze an. Ungleiche Färbung der Wände in Folge verschiedenartiger Einlagerungen tragen oft zum noch schärferen Hervortreten der Holzringe bei.

Bei Nadelhölzern wie Laubbäumen ist der sich gegen Ende des Sommers mehr und mehr steigernde Druck der ausserhalb des Holzes liegenden und ebenfalls in jeder Vegetationsperiode im Durchmesser wachsenden Gewebe (Bast, Rinde, Kork, Borke) die Hauptursache der eigenthümlichen Gestaltung des Herbstholzes gegenüber dem Frühjahrsholze. Bestätigt wird dies durch Experimente, bei denen man durch feste Einschnürung von lebenden Zweigen im Frühjahre den Druck auf das neu zu bildende Holz künstlich erzeugt.

Neben Jahresringen unterscheidet man im Holze mancher Stämme noch das dunkler (gelb, roth, braun oder auch schwarz) gefärbte innere Holz als Kernholz von dem äusseren, helleren Splint (Quercus, Juglans, Robinia, Prunus Cerasus, Guajacum etc.). Einlagerung von Farbstoffen, Harzen etc. in die Zellwand sind die Hauptursache der Kernholzfärbung.

129. Werden von einer Mutterpflanze zum Zwecke der Vermehrung Zweige als Stecklinge weiter gezogen, so bewurzeln sich diese bekanntlich nach kürzerer oder längerer Zeit und werden dadurch zu selbständigen Pflanzen. Bei krautartigen Gewächsen wird dabei die Schnittfläche durch Bildung von Korkgewebe geschlossen, das aus der Theilung der über die Schnittfläche sich vorwölbenden unverletzten Zellen hervorgeht. Pflanzen mit bedeutenderer Entwickelung des Holzkörpers erzeugen dagegen über

der Schnittfläche ein eigenthümliches, wulstig vortretendes Gewebe, den sogenannten Kallus. An der Bildung desselben können alle Gewebe mit Ausnahme der Holz-, Bast- und Epidermiszellen sich betheiligen; jedoch geht das hauptsächlichste Wachsthum stets vom Cambium aus. Auch in diesem Falle wölben sich die unverletzt gebliebenen Cambiumzellen sehr bald stark über die Schnittfläche hervor und theilen sich durch der letzteren parallel verlaufende Wände. In den Gefässen sind es dabei die Thyllen (S. 53), welche sich in der Nähe der Schnittfläche bilden und dann durch Vorwölbung über dieselbe an der Erzeugung des Kallusgewebes theilnehmen, dessen anfänglich isolirte, aus den verschiedenen Gewebeschichten hervorgegangenen Neubildungen sich bald zu einem vollständig die Wunde überziehenden Gewebe dadurch vereinigen, dass sie seitlich mit einander in Berührung treten und fest verschmelzen. Mit dem alten Gewebe des Steckinges hat der aus parenchymatischen, zunächst dünnwandigen Zellen gebildete Kallus nicht die geringste Aehnlichkeit. Erst später wird durch Auftreten von Meristemen (§ 72) im Kallusgewebe dieses in verschiedene Schichten differenzirt, die entweder als Kork die Kallusperipherie bedecken oder auch den Gewebesystemen des Steckinges entsprechen. Die Bildung von Wurzeln findet nicht in dem neu gebildeten Kallus statt, sondern oberhalb der Schnittfläche in solchen Regionen, die an der Kallusbildung keinen unmittelbaren Antheil nehmen. Das Material für die Neubildung der Zellen liefert zunächst die im Gewebe oberhalb der Schnittfläche lagernde Stärke.

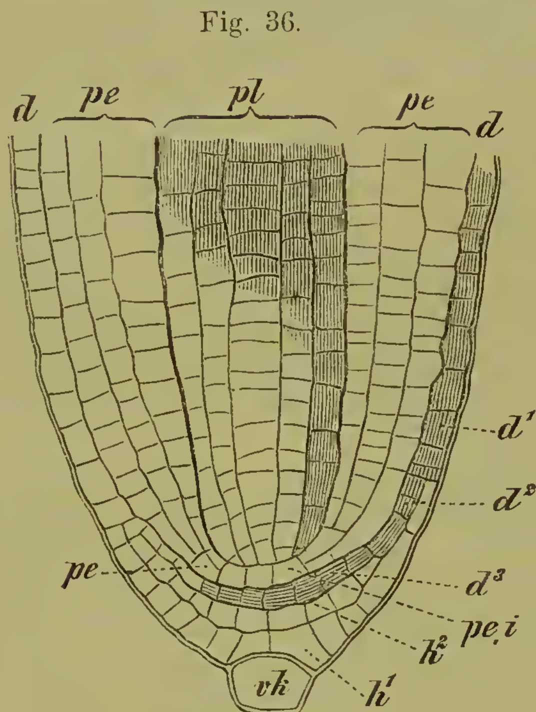
Bei Schälwunden an Stämmen und Aesten von Holzgewächsen geht die Wiederersetzung der Rinde (eigentliche Rinde und secundäre Rinde oder Bast) ebenfalls von dem auf der Wundfläche am Holzkörper haften gebliebenen Cambium aus. Sorgfältige Entfernung desselben durch starkes Abreiben der Wundfläche lässt jede Neubildung von Rinde unterbleiben. Zufällige Erhaltung von Cambiumresten in den den Markstrahlendigungen entsprechenden Vertiefungen im blossgelegten Holze mancher Bäume, von denen dann eine Regeneration der Rinde beginnen kann, liess früher die Behauptung aufstellen, dass die Markstrahlen allein der Ausgangspunkt für den Wiederersatz der Rinde seien.

130. Abweichungen vom normalen Stammbau finden sich bei vielen Dicotyledonen. Dass manche derselben auch auf der Innenseite des Holzkörpers eine Bastschicht bilden, wurde schon erwähnt (§ 96). Bei anderen findet ein stärkeres Dickenwachsthum nur auf einer Seite des Stammes oder der Wurzel (Ononis spinosa, Polygala Senega) statt. In den Stämmen der Malpighiaceen und Bignoniaceen erscheint der Holzkörper oft in eine grössere oder geringere Anzahl von isolirten Portionen dadurch getrennt, dass in den Markstrahlen und Holzparenchymzellen eine nachträgliche starke Zellvermehrung eintritt, die zur Bildung eines dem Rindenparenchyme ähnlichen Gewebes führt. Natürlich besitzt nur der äusserste Kreis der Holzkörper Cambium und ist daher allein fortbildungsfähig. Bei anderen Bignoniaceen bildet der Holzkörper ein im Querschnitte vierarmiges Kreuz; bei Tecoma radicans entsteht sogar im Marke ein völlig isolirter Holzring, der ein Cambium besitzt und auf seiner dem Centrum zugekehrten

Innenseite Bast entwickelt. Viele schlingende Sapindaceen (z. B. Serjania) zeigen auf dem Querschnitte der Internodien des Stammes einen stärkeren Holzkörper, der von 3—5 oder mehr schwächeren, doch völlig normal gebauten Holzkörpern umgeben ist und von denen jeder eine zugleich das verbindende Gewebe darstellende Bastschicht besitzt. Die peripherischen Holzkörper sind hier Abzweigungen des mittleren, mit welchem sie an den Knoten wieder in Verbindung treten.

Mit dem Dickenwachsthume der baumartigen Liliaceen unter den Monocotyledonen (§ 124) hat das Dickenwachsthum solcher Gymnospermen und Dicotyledonen Aehnlichkeit, bei denen das ursprüngliche Cambium sehr bald seine Thätigkeit einstellt. Hier bildet sich entweder in der primären Rinde (Menispermaceen, Gnetum) oder in der secundären (dem Baste — Dilleniaceen, manche Leguminosen, Polygaleen, Ampelideen, Phytolaccaceen) wiederholt neues Meristem, das Kreise von isolirten Fibrovasalsträngen erzeugt, so dass der Holzkörper dieser Pflanzen nicht aus einer zusammenhängenden Masse besteht.

Fig. 36.



131. Das Spitzenwachsthum der Phanerogamenwurzeln lässt sich, wie das der oberirdischen Axen der Blüthenpflanzen, ebenfalls nicht auf eine einzelne (Scheitel-)Zelle zurückführen (vgl. jedoch auch § 119). Es ist auch hier eine Gruppe von Zellen, welche den verschiedenen Geweben — Dermatogen, Periblem und Plerom — ihren Ursprung giebt, ausserdem aber auch noch die Bildung der Wurzelhaube veranlasst. An der primären Wurzel von Embryonen gehen die einzelnen Schichten oder Kappen der letzteren aus dem Dermatogen hervor, das sich an der Wurzelspitze durch Tangentialwände wiederholt in eine innere (Dermatogen — Fig. 36, d^1, d^2, d^3) und äussere (Wurzelhaubenkappe — Fig. 36, h^1, h^2) Lage spaltet. Bei den Wurzeln älterer Blüthenpflanzen

---

Fig. 36. Längsschnitt durch das Wurzelende eines noch nicht völlig entwickelten Embryo von Capsella bursa pastoris (Vergr. ca. 300) nach Hanstein. *vk* Rest des Vorkeims, an welchem der Embryo befestigt ist. *d* Dermatogen und zwar d^1, d^2 und d^3 dessen Theilungsschichten. *pe* Periblem. *pe,i* Peribleminitialen. *pl* Plerom. h^1 und h^2 sind zwei durch Tangentialtheilung der Dermatogenschichten d^1 und d^2 abgeschiedene Wurzelhaubenkappen. Auf der rechten Seite der Figur sind Dermatogen und Plerom der Deutlichkeit wegen schattirt, Periblem und Wurzelhaube nicht.

ist dagegen die Haube verschiedenen Ursprunges und gehört nach ihrer Entwickelung verschiedenen Typen an:

a. Die Spitze der Wurzel zeigt vier von einander unabhängige primäre Gewebe: Haube, Dermatogen, Periblem und Plerom, und die Haube wird beim Erlöschen des Spitzenwachsthums der Wurzel vollständig abgeworfen (Adventivwurzeln von Hydrocharis morsus ranae).

b. Die Wurzelspitze besteht nur aus Haube, Periblem und Plerom. Eine innerste Schicht der Haube, die Calyptrogenschicht, regenerirt dieselbe, wird aber später mit der Haube selbst abgestossen. Die Epidermis ist die äusserste Zellenlage der Rinde, welche sich mit einer Cuticula bedeckt hat: Hauptwurzeln von Allium-Arten, Wurzeln von Gräsern und Canna, Adventivwurzeln von Alisma und Stratiotes.

c. Wie b, aber die Epidermis entsteht unmittelbar aus der ihre Thätigkeit einstellenden Calyptrogenschicht: Hauptwurzel von Helianthus, Fagopyrum und Linum, Adventivwurzeln von Myriophyllum und Elodea.

d. Eine an der Grenze zwischen Haube, Periblem und Plerom gelegene Urmeristemschicht ergänzt durch Quertheilung ihrer Zellen nach aussen die Haube, nach innen durch unregelmässige Spaltung ihrer Zellreihen Periblem und Plerom; die innerste laterale Calyptrogenschicht verwandelt sich in die Epidermis: Pisum, Phaseolus, Cucurbita.

e. Die Wurzelspitze lässt nur Periblem und Plerom unterscheiden; ersteres ist sehr mächtig entwickelt, blättert sich allmählich ab und fungirt als Wurzelhaube: Wurzeln der Gymnospermen. (Vgl. § 139.)

132. Das Dickenwachsthum der Wurzeln der Gymnospermen und Dicotyledonen wird dadurch eingeleitet, dass auf der Innenseite der primären Bastbündel (Fig. 28, *b* auf S. 57), sowie der primären Holzbündel (Fig. 28, *g*) durch Theilung der hier gelegenen Parenchymzellen eine Meristemschicht gebildet wird. Bei Phaseolus ist der vor den Bastbündeln gelegene Theil derselben ein echtes Cambium, das nach innen hin neues Holz, nach aussen (zwischen Cambium und primärem Bast) neues Phloëm differenzirt, während das vor den primären Holzkörpern liegende Bildungsgewebe nur ein den Markstrahlen ähnliches Parenchym erzeugt, das den secundären Holzkörper auf dem Querschnitte der Wurzel als mehrstrahligen, aus getrennten Bündeln bestehenden Stern erscheinen lässt. Bei den meisten Holzpflanzen dagegen bildet die im gesammten Umfange der Wurzel vor den primären Bast- und Holzbündeln entstehende Cambiumschicht fortdauernd Holz auf der Innenseite, Bast auf der Aussenseite, genau wie beim Dickenwachsthume des Dicotyledonen- und Gymnospermen-Stammes, von dem sich dann die Wurzel dieser überhaupt durch ihren gesammten Bau später nicht wesentlich unterscheidet, zumal da auch am Umfange der Rinde eine Korkschicht wie beim Stamme erzeugt wird (§ 91).

Auch bei manchen theilweise aus diesem Grunde cultivirten Wurzeln, wie der Runkelrübe (Beta vulgaris), der Möhre (Daucus Carota) u. s. w. besteht wie im Stamme gewisser Pflanzen (§ 99) das secundäre Holz vorzüglich aus saftigem Holzparenchym und nur wenigen verholzten Zellen und Gefässen.

Zweiter Abschnitt.

Die äussere Gliederung der Pflanze.

Allgemeine Morphologie.

1. Allgemeine Bemerkungen.

133. Schon im § 1 wurde betont, dass die einzelnen Theile des Pflanzenkörpers bestimmte für das Leben der Pflanze wichtige Verrichtungen übernehmen und daher als Organe oder Werkzeuge bezeichnet werden. Die Art dieser Functionen und die Art und Weise, wie sich durch die Thätigkeit der betreffenden Organe die Lebensvorgänge in der Pflanze vollziehen, festzustellen, ist Gegenstand der Physiologie. Die Morphologie nimmt allein Rücksicht auf die gegenseitige Stellung der Theile, auf die Art und Weise ihrer Entstehung und ihres Wachsthums. Sie betrachtet deshalb die Organe nur als Glieder des Ganzen und sucht deren Entwickelung auf bestimmte Gesetze zurückzuführen.

Das Resultat solcher Untersuchungen ist, dass sich alle Glieder der höher entwickelten Gewächse den vier allgemeinen Begriffen: Wurzel Stamm, Blatt und Haar, unterordnen lassen, gleichgültig, welche spätere Form und physiologische Bedeutung dieselben haben. Die Morphologie bezeichnet daher die Kartoffelknolle, die Ranke des Weinstockes und die blattartigen Zweige von Ruscus eben so gut als Stammgebilde, wie den Stamm eines Baumes oder den aufrechten, kriechenden oder windenden Stengel irgend welcher krautartigen Pflanze. Sie betrachtet freilich die letzteren Fälle als die normalen und spricht daher bei der Kartoffelknolle, den blattartigen Zweigen von Ruscus etc. von umgestalteten oder metamorphosirten Stämmen. Aus gleichen Gründen sind die Schuppen an den sogenannten Augen der Kartoffelknolle, ferner Kelch, Krone, Staubgefässe und Fruchtknoten der Blüthe, wie die Schalen einer Zwiebel metamorphosirte Blätter und die Sporangien der Farne metamorphosirte Haare.

134. Bei den höher organisirten Moosen fehlt bereits die echte Wurzel. Sie wird durch Haare vertreten, welche sie functionell ersetzen. Dagegen besitzt der Stamm noch Blätter von sehr einfachem Bau. Unter den niederen Moosen aus der Abtheilung der Lebermoose treffen wir schon auf Formen, bei denen das Stämmchen flach und laubartig verbreitert ist und die Blätter als winzige Schüppchen auftreten (Marchantia), um endlich bei anderen (Anthoceros) garnicht mehr zu erscheinen. Algen, Pilze und Flechten entwickeln wohl noch Haare, aber nicht mehr Blätter in dem bei anderen Pflanzen gebräuchlichen Sinne. Bei ihnen ist der ganze Gewebekörper ein Thallus, d. h. Stamm und Blatt sind nicht mehr morphologisch zu unterscheiden, wenn auch oft, namentlich bei höheren Algen (Fucaceen, Florideen), gewisse Theile blattähnliche Gestalt annehmen und selbst bei

einzelligen Formen (Caulerpa — § 5) Verzweigungen der Zelle die Form von Wurzel, Stamm und Blättern nachahmen.

Man unterscheidet nach diesen Gesichtspunkten meistens die Thallophyten (Lagerpflanzen, axenlose Pflanzen) von den Cormophyten (Axenpflanzen mit deutlich entwickelten Blättern). Ein scharfer Unterschied zwischen diesen beiden Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches existirt jedoch nicht, wie die erwähnten niedersten Formen aus der Gruppe der Moose zeigen. Eben so wenig sind in manchen Fällen die Begriffe Stamm und Blatt, wie Blatt und Haar, schwierig (oder vielleicht garnicht) zu trennen.

135. Alle Glieder einer Pflanze entspringen seitlich eines aus dem anderen. Eine Ausnahme macht nur die aus dem befruchteten Ei sich direct entwickelnde Axe einer Keimpflanze. Sonst erzeugen Stamm und Wurzel Seitenäste, die ihrerseits sich wieder verzweigen können. Am Stamme entstehen Blätter, und auch letztere besitzen Verzweigungen in sehr verschiedener Weise.

Mit Rücksicht auf den Ort der Entstehung können die Zweige eines Gliedes aus einer oberflächlich gelegenen Zelle oder Zellengruppe des letzteren ihren Ursprung nehmen: exogene Bildungen (die Zweige der allermeisten Stämme, die Blätter und Haare); oder sie entstehen in tieferen Gewebeschichten, von schwächeren oder mächtigeren Gewebemassen bedeckt, die sie, um an die Oberfläche zu treten, allmählich erst durchbrechen müssen: endogene Bildungen (sämmtliche Wurzelverzweigungen und Adventivknospen, sowie manche Zweige bei verschiedenen Jungermanniaceen).

136. Die gleichartigen Seitenglieder (z. B. die Blätter) entstehen unterhalb des fortwachsenden Endes des sie erzeugenden Gliedes gewöhnlich in acropetaler (basifugaler) Reihenfolge, d. h. das dem fortwachsenden Scheitel nächste Glied ist das jüngste, das Alter der unter einander stehenden Glieder nimmt mit der Entfernung vom Vegetationspunkte zu (siehe Fig. 35 auf S. 69). Stehen umgekehrt die jüngsten Glieder der länger fortwachsenden Basis näher, so ist die Entwickelung eine basipetale (Fiedern der Blätter von Myriophyllum; Sporangien an der Columella im Sorus der Hymenophyllaceen).

Treten an älteren Theilen eines Gliedes neue Glieder in unbestimmter Ordnung auf, so werden sie als Adventivbildungen bezeichnet. Ihre Reihenfolge ist also niemals eine acro- oder basipetale. Nach dem Orte ihrer Entstehung sind sie ferner endogenen Ursprunges: sie entwickeln sich im Inneren neben den Gefässbündeln des Stammes, der Wurzel oder des Blattes, müssen also auch, wie die endogenen Wurzelzweige, die über ihnen liegenden Gewebe durchbrechen.

137. Die an einem Pflanzentheile neu entstehenden gleichartigen oder ungleichartigen Glieder können so angelegt werden, dass auf einer Querzone je nur eines derselben entsteht; sie stehen dann vereinzelt, wie dies wohl meistens der Fall ist. In anderen Fällen jedoch kommen auf jeder Querzone mehrere unter sich gleichartige Glieder zur Entwickelung und bilden dann einen Quirl oder Wirtel (viele Blätter, Wurzeläste an den Hauptwurzeln mancher Phanerogamen, seltener oberirdische Sprosse). Die

einzelnen Glieder desselben sind dann entweder zu gleicher Zeit (simultan) entstanden, oder sie wurden nach einander (succedan) angelegt: ersteres ist bei den Blumenblättern und Staubgefässen vieler Blüthen, letzteres bei den gleichen Organen anderer Blüthen und bei den Gliedern der Salviniaceen und Characeen der Fall. Stehen ferner die Glieder eines Wirtels an Querzonen der Axe, die erst aus der Verschiebung ungleichalteriger und verschieden hoch liegender Gewebe entstanden sind, so heissen sie unechte Quirle, wie diejenigen der Blätter, Zweige und Wurzeln der Schachtelhalme, die aus dem Gewebe je dreier Segmente der Scheitelzelle (§ 115) hervorgehen. Ist dagegen z. B. die Querzone der Axe schon ursprünglich eine einheitlich angelegte, so ist der Quirl ein echter (Wirtel der Characeen u. s. w.).

2. Die Wurzel.

138. Wurzeln treten nur bei Pflanzen auf, welche Fibrovasalstränge besitzen; sie fehlen von den Moosen an abwärts gerechnet sämmtlichen niederen Kryptogamen. Doch sind auf der anderen Seite auch einzelne Gefässpflanzen wurzellos. Bei Psilotum (Lycopodiaceen) wird die Wurzel durch unterirdische Sprosse des strauchartigen Stämmchens vertreten, welche rudimentäre, schüppchenartige Blätter entwickeln, jedoch keine Wurzelhaube besitzen und die, über die Erde gelangend, sich zu normalen Sprossen ausbilden können. Bei der zu den Rhizocarpeen gehörenden Gattung Salvinia vertritt ein metamorphosirtes, vielfach zerschlitztes Blatt functionell die Wurzel der schwimmenden Pflanze. Auch unter den Blüthenpflanzen kommen wurzellose Formen (Epipogum, Lemna arrhiza etc.) vor.

Die Wurzeln unterscheiden sich von den Stämmen immer durch die den Scheitel bedeckende Wurzelhaube. Sie tragen keine Blätter oder blattähnliche Gebilde und ihre Verzweigungen sind stets endogenen Ursprunges. Chlorophyll fehlt ihnen mit wenigen Ausnahmen.

139. Die bereits in den §§ 118 und 131 erwähnte Wurzelhaube bedeckt den Scheitel wenigstens jüngerer, noch im lebhaften Wachsthum begriffener Wurzeln, so dass die eigentliche Wurzelspitze, d. h. der Vegetationskegel mit seiner Scheitelzelle (Gefässkryptogamen — Fig. 34) oder seiner Scheitelzellengruppe (Phanerogamen — Fig. 36) weiter rückwärts liegt. Während der mit dem eigentlichen Wurzelscheitel gleichzeitig fortwachsenden Wurzelhaube von innen her stets neue Zellenlagen zugefügt werden (§§ 118, 131), gehen ihre nach aussen gelegenen älteren Zellen bald in Dauerzellen über. Die Wände derselben quellen bei im Boden oder Wasser befindlichen Wurzeln gallertartig und machen die Wurzelspitze schlüpferig; die betreffenden Zellen runden sich dabei ab und werden schliesslich ganz und gar abgestossen. Bei Luftwurzeln, die nicht in den Boden gelangen, pflegen die äussersten Zellenlagen der Wurzelhaube bald zu vertrocknen und sich in dünneren oder dickeren Kappen abzublättern (Fig. 37 B und C).

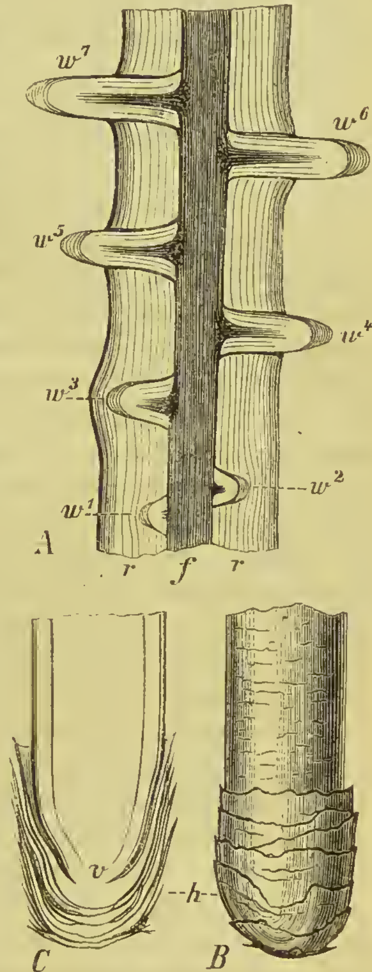
In vielen Fällen liegt die Wurzelhaube auch mit ihren älteren, weiter nach rückwärts reichenden Schichten oder Kappen der Wurzelspitze dicht an, in anderen aber hebt sie sich mit ihren innersten Kappen bald so von dem Wurzelende ab, dass sie nur mit dem Wurzelscheitel selbst in

organischem Zusammenhange bleibt, sonst aber locker über die Wurzelspitze gestülpt erscheint, etwa wie ein Fingerhut über die Spitze des Fingers (Lemna — Pandanus; Fig. 37 B, C).

140. Im anatomischen Baue unterscheiden sich die Wurzeln durch die abwechselnde Lagerung des Phloëms und Xylems der primären Fibrovasalbündel (Fig. 28 im § 100), deren älteste Gefässe im Holztheile dazu noch nahe der Peripherie des Stranges sich bilden.

Die endogenen Wurzelverzweigungen entwickeln sich stets an der Aussenseite der Gefässbündel und zwar in den meisten Fällen des Xylems, seltener des Phloëms (Gräser, Umbelliferen, Araliaceen); sie stehen daher entsprechend der Zahl der Holz- oder Bastkörper in eben so vielen Längsreihen an der Mutterwurzel (Fig. 37 A). Ihre Anlage erfolgt bei den Gefässkryptogamen in der Strangscheide, deren für die Zweiganlage bestimmte Zellen schon von vornherein durch ihre bedeutendere Grösse und zarteren Wände ausgezeichnet sind. Jede zum Wurzelzweige werdende Zelle theilt sich (oft erst nach einigen vorbereitenden Theilungen) durch geneigte Wände in der Weise, dass sofort in ihr die das Wurzelwachsthum leitende Scheitelzelle ausgeschnitten wird, durch deren Segmentirung die junge Wurzel rasch die Gestalt eines stumpfen Kegels erreicht.

Fig. 37.



Bei den Phanerogamen entsteht der Wurzelzweig bei Pistia aus einer Zellengruppe des Pericambiums und der darüber liegenden Strangscheide (Fig. 28, *p*, § 100); ersteres liefert durch entsprechende Theilungen Plerom und Periblem, letztere Dermatogen und Calyptrogenschicht (§ 131) der Seitenwurzel. Bei Zea, Alisma und Sagittaria betheiligt sich nur das Pericambium mit zunächst unregelmässigen Theilungen an allen Geweben des Wurzelzweiges. Fagopyrum, Raphanus und Helianthus entwickeln ihre Seitenwurzeln ebenfalls nur aus einer Zellengruppe des Pericambium, doch sind hier die

Fig. 37. A Schema für die Entwickelung der Wurzelverzweigungen im Längsschnitte durch den jüngeren Theil einer Wurzel. *f* Fibrovasalstrang. *r* Rinde. w^1—w^7 Wurzelzweige in der Reihenfolge ihres Alters, die drei jüngsten (w^1—w^3) noch vom Rindengewebe bedeckt. — B Von der Wurzelhaube (*h*) bedeckte Spitze einer Luftwurzel von Pandanus odoratissimus in natürlicher Grösse und C eine solche im Längsschnitte, die abblätternden Kappen der Wurzelhaube zeigend; *v* Vegetationspunkt der Wurzelspitze.

Theilungen desselben regelmässig. Die Zellen der betreffenden Gruppe strecken sich radial und schneiden zunächst durch Tangentialwände nach rückwärts das Plerom der jungen Wurzel ab; die äusseren Pericambiumzellen theilen sich dann abermals tangential, und die nun mittlere Zellenschicht wird zur Rinde, die äusserste zum Calyptrogen. Auch die Wurzelzweige von Pinus werden nur von dem mehrschichtigen Pericambium angelegt. Dagegen bauen Cucurbita, Pisum, Phaseolus u. a. ihre Seitenwurzelanlage durch gemeinsames Wachsthum einer Zellengruppe aus Pericambium, Strangscheide und 1—2 Rindenschichten auf, wobei ersteres das Plerom entwickelt.

141. Von den Geweben des jungen Wurzelzweiges treten nur die Fibrovasalstränge in vollständige Verbindung mit den Strängen der Mutterwurzel. Wo, wie bei den Gefässkryptogamen, die Wurzelanlage durch das (nur bei Equisetum fehlende) Pericambium von den Gefässbündeln getrennt ist, da wird in diesem durch Theilung und Differenzirung der Zellen die Verbindung hergestellt. Rinde des Wurzelastes und der Mutterwurzel treten nur theilweise, die Epidermis beider gar nicht in Zusammenhang.

Die junge Seitenwurzel wölbt zuerst die über ihr liegenden, oft sehr mächtigen Gewebe der Wurzelrinde empor, wobei die innerste Rindenzellenlage am längsten Widerstand zeigt, die weiter aussen gelegenen bald zusammengepresst werden. So lange der Wurzelast noch tief im Inneren der Mutterwurzel steckt, ist der Ort der Wurzelanlage an dem unverletzten Mutterzweige mit unbewaffnetem Auge nicht sichtbar (Fig. 37 A, w^1, w^2). Später wölbt sich mit dem Längenwachsthum des Wurzelzweiges auch das Rindengewebe als sichtbarer Höcker empor (Fig. 37 A, w^3). Dieser wird endlich, wenn die Rinde keinen Widerstand mehr zu leisten vermag, von einem der Längsaxe der Wurzel parallelen Längsspalt durchbrochen und die junge Seitenwurzel tritt zu Tage (Fig. 37 A, w^4).

142. Oberflächlich entsteht nur die erste (Haupt-) Wurzel am Embryo der Gefässkryptogamen und der meisten Phanerogamen. Zwar ist bei den letzteren die Spitze der Keimwurzel von dem Vorkeime bedeckt; da dieser aber nur als Embryoträger fungirt, der Embryo sich später von ihm loslöst, so kann er betreffs der etwaigen endogenen Entstehung der Keimwurzel ausser Acht gelassen werden. Eine Ausnahme unter den Blüthenpflanzen machen neben einigen anderen jedoch die Gräser. Bei diesen ist auch die Keimwurzel endogenen Ursprunges. Sie liegt im Inneren des embryonalen Gewebes, umgeben von einer oft mächtigen Gewebeschicht, die bei der Keimung durchbrochen wird und dann noch längere Zeit den oberen Theil der Wurzel wie eine Scheide umhüllt, daher den Namen Wurzelscheide (Coleorrhiza) führt.

143. An jedem normal sich verzweigenden Wurzelzweige entstehen, wie an der Hauptwurzel selbst, die Seitenwurzeln nächst höherer Ordnung in acropetaler Reihenfolge. Bei Lycopodium, Isoëtes und Selaginella unter den Gefässkryptogamen ist die Verzweigung der Wurzeln nebenbei auch eine gabelige (dichotome — § 150), bei welcher das Plerom durch Bildung von zwei neuen, neben einander gelegenen Vegetationspunkten den Anstoss zur Anlage der beiden Gabelzweige giebt. Wo bei Phanerogamen (z. B.

Gymnospermen) eine Gabelung der Wurzel vorkommt, scheint diese durch das Eindringen parasitischer Pilze in die Wurzel verursacht zu werden. Später können ferner — namentlich an den älteren Wurzeln der Dicotyledonen — Wurzeläste in unregelmässiger Anordnung, also als Adventivwurzeln, auftreten.

144. Bei den meisten Pflanzen werden früher oder später auch im Gewebe des Stammes an sehr verschiedenen Stellen (bei aufrechten Stengeln meistens nur an der Basis) Wurzeln als Nebenwurzeln entwickelt. Sie entspringen dann entweder aus den äussersten Phloëmschichten der Gefässbündel (häufigster Fall), oder aus dem Cambium, oder ganz in der Nähe des Vegetationskegels da, wo das Urmeristem eben die Differenzirung in die verschiedenen Gewebeschichten des Stammes beginnt. Letzteres ist namentlich bei kriechenden Stämmen (Rhizomen — z. B. bei Pteris aquilina) der Fall.

Solche Pflanzen, deren am Embryo entwickelte Hauptwurzel sehr bald abstirbt (Gefässkryptogamen, Monocotyledonen), bewurzeln sich dann später nur durch zahlreiche aus dem Stengel, namentlich in dessen Knoten entwickelte Nebenwurzeln mit ihren Verzweigungen. Bei manchen Stämmen, wie Baumfarnen, ist die Entwickelung von Nebenwurzeln so stark, dass letztere die Oberfläche des Stammes wie mit einem dichten Geflechte überziehen. Viele der aus dem obersten Stammtheile entspringenden Wurzeln erreichen jedoch in solchen Fällen häufig den Erdboden nicht. Bei manchen Farnen mit gedrängt stehenden Blättern (Aspidium Filix mas) entwickeln sich Nebenwurzeln in grosser Menge auch aus der Basis der Blattstiele.

Die Nebenwurzeln, namentlich die nahe dem Scheitel kriechender Stämme entstehenden, werden in manchen Fällen streng acropetal angelegt, sind aber grösstentheils wohl adventive Bildungen.

3. Der Stamm.

145. Der Stamm (oder die Axe) ist dadurch charakterisirt, dass er auf seinem Scheitel nicht mit einem der Wurzelhaube entsprechenden Gewebe bedeckt ist, wohl aber unterhalb desselben Blätter als Anhangsorgane erzeugt. Sein als Vegetationskegel bezeichnetes Ende wächst mit Scheitelzelle (§ 113 u. f.) oder durch Zellvermehrung in einem gleichartig entwickelten Urmeristem (§ 119) weiter, so lange keine Verletzung desselben eintritt, und verlängert dadurch die Axe während jeder Vegetationsperiode. Ist, wie dies gewöhnlich stattfindet, der Stammscheitel von den obersten rasch wachsenden Blättern überdeckt, so heisst derselbe die Endknospe des Stammes. Bei manchen kriechenden Stämmen (z. B. Pteris aquilina) verlängert sich jedoch das Stammende so bedeutend, ehe das jüngste Blatt an ihm auftritt, dass dieses weit hinter seinem Scheitel steht, letzterer also in diesem Sinne als nackt bezeichnet werden kann.

146. Wie an der wachsenden Wurzel, so entstehen auch an den meisten Stämmen Seitenzweige verschiedener Ordnung, die ihrerseits wieder Blätter entwickeln. Unter „Spross“ versteht man den Stamm (oder jeden seiner Seitenzweige) sammt den ansitzenden Blättern. Der Zweig selbst ist entweder ein normaler Seitenzweig oder ein Adventivspross.

Die normalen Verzweigungen des Stammes sind, im Gegensatze zu denen der Wurzel, exogenen Ursprunges. Nur bei manchen Jungermanniaceen werden gewisse Seitenzweige endogen angelegt, indem eine unter der Oberhaut des Stämmchens gelegene, sich bald rasch vergrössernde Zelle (dadurch dass in ihr einige zur Bildung der Scheitelzelle führende Wände auftreten — vgl. § 147) zur Mutterzelle des Sprosses umgebildet wird, der bereits Blattanlagen zeigen kann, ehe er die allmählich emporgewölbte Epidermis durchbricht. Eine scheinbare Ausnahme machen dagegen die Sprosse der Schachtelhalme, welche nahe dem Vegetationskegel aus einer in der Achsel des scheidenförmigen Blattes oberflächlich gelegenen Zelle hervorgehen, in welcher die ersten drei geneigten Wände bereits zur Bildung der Scheitelzelle (§ 115) des jungen Zweiges führen. Die über und unter der Knospe befindliche Blattanlage wächst namentlich an der Basis jedoch so rasch weiter, dass unter gleichzeitig eintretender Verwachsung der Blattbasen der junge Spross völlig überwallt wird und daher später wie ein Wurzelzweig die über ihm liegende Rinde und Epidermis an der Basis eines Scheidenblattes durchbrechen muss.

147. Bei den Laubmoosen geht die Zweigbildung von einer einzigen oberflächlich gelegenen Zelle des Stämmchens, und zwar von dem durch die Blattwand (S. 67, Fig. 33, *a*) und Basilarwand (Fig. 33, *b*) eingeschlossenen unteren, äusseren Stücke eines Segmentes aus. In dieser Zelle entstehen nach einander drei schiefe Wände in der Weise, dass durch sie sofort die Scheitelzelle des Sprosses (Fig. 33, *v'*) gebildet wird, in der dann, während sie nach aussen wächst, die weiteren Theilungen in der früher (§ 116) beschriebenen Reihenfolge auftreten. Die durch die ersten drei geneigten Wände von der den Spross bildenden Mutterzelle abgetrennten, die junge Scheitelzelle umgebenden Zellen (die ersten drei Segmente) theilen sich alsbald durch Tangentialwände weiter (Fig. 33) und nehmen an der Gewebebildung des Muttersprosses Antheil.

Die normale Zweigbildung der Gefässkryptogamen und Phanerogamen wird von einer ganzen Gruppe oberflächlich in der Achsel eines Blattes gelegener Zellen eingeleitet. Den Ausgangspunkt bilden Zellen der äussersten Periblemschicht (Elodea, Fig. 35, *sp* — Utricularia) oder auch tiefer gelegene Periblemzellen, welche durch radiale Streckung, der tangentiale Theilungen folgen, das Dermatogen emporwölben und so bald den jungen Seitenspross als niedrigen Zellenhöcker über der Stammoberfläche erscheinen lassen.

148. Die Entstehung normaler Seitensprosse ist, wie § 147 zeigt, an die Blattstellung gebunden. Bei den Laubmoosen entstehen sie unter der Mittellinie eines Blattes, bei vielen Lebermoosen neben einem Blatte, bei den Mono- und Dicotyledonen in der Achsel eines Blattes. In letzterem Falle steht der als Axillarspross bezeichnete Zweig meistens einzeln; seltener entwickeln sich in der Blattachsel mehrere Sprosse neben oder über einander (bei manchen Liliaceen in den Zwiebeln; Aristolochia Sipho, Gleditschia).

In Bezug auf die Zeit der Entstehung des Seitensprosses mit Rücksicht auf das Blatt, in dessen Achsel er sich findet, gilt als Regel, dass in den meisten Fällen der Axillarspross erst angelegt wird, wenn oberhalb

seines rasch weiterwachsenden Tragblattes bereits eine Anzahl anderer Blätter entstanden ist. In anderen Fällen wird der Axillarspross gleich nach dem Erscheinen des zugehörigen Blattes sichtbar, so dass über ihm keine jüngeren Blätter stehen (Blüthenstände von Orchis), oder beide entstehen gleichzeitig (Gramineen, Ribes etc.), oder der Axillarspross entsteht früher, als sein späteres Stützblatt (Umbelliferen, Anthemis etc.), oder aber das letztere kommt überhaupt nicht mehr zur Entwickelung (viele Blüthenstände der Cruciferen, Umbelliferen, Compositen, Papilionaceen etc.).

149. Während des späteren Wachsthums der sich verzweigenden Axe und des Blattes, in dessen Achsel der Seitenzweig entstand, kann letzterer (besonders in Blüthenständen) sowohl ganz auf den Hauptzweig, als auch vollständig auf das Blatt hinüberrücken. Oder es verlängert sich die gemeinsame Basis von Blatt und Seitenzweig, so dass ersteres dem letzteren als erstes Blatt entsprossen zu sein scheint und ein Blatt an der Basis des Zweiges (ein sogenanntes Trag-, Stütz- oder Deckblatt) fehlt (Beispiel: der Blüthenstand der Linde mit seiner Bractee).

Fig. 38.



Mit dem Gewebe des Mutterzweiges stehen die entsprechenden Gewebesysteme des normalen Seitenzweiges in stetem Zusammenhange; die Epidermis des Hauptastes geht in die seines Zweiges, die Rinde des ersteren in die Rinde des letzteren ohne Unterbrechung über und die Fibrovasalstränge des Seitenzweiges schliessen vollständig an die des Mutterzweiges an (Fig. 38). Begründet ist dies dadurch, dass der normal sich entwickelnde Seitenzweig schon zu einer Zeit am Hauptzweige unterhalb des Vegetationskegels des letzteren angelegt wird, wenn in dem Gewebe desselben die Differenzirungen noch nicht begonnen haben oder eben erst beginnen.

150. In allen Fällen entstehen die normalen Seitenzweige in acropetaler Reihenfolge (Fig. 38). Dabei wächst einmal der sich verzweigende Spross in der bisherigen Richtung an seinem Scheitel fort und erzeugt unterhalb desselben weitere Seitenzweige, für die der Hauptspross das gemeinsame Fussstück (Podium) ist. Es wird daher ein solches Zweigsystem als Mono-

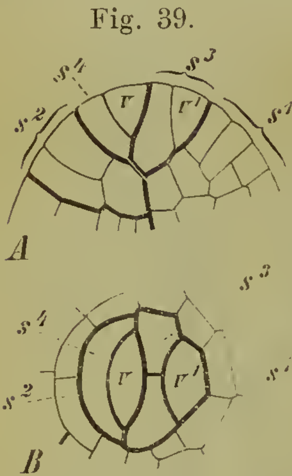
Fig. 38. Schematischer Längsschnitt durch den Stammscheitel einer Blüthenpflanze. *v* Vegetationskegel *b* Blätter. s^1—s^4 Junge Seitensprosse, von denen die beiden untersten (ältesten) bereits wieder Blätter entwickeln. *m* Mark. *f* Fibrovasalbündel.. *r* Rinde. *e* Epidermis

podium bezeichnet. Jeder Seitenzweig kann sich in derselben Weise wieder monopodial verzweigen.

In einem anderen Falle hört bei der Zweigbildung das Scheitelwachsthum in der ursprünglichen Richtung auf. Es entstehen zwei neue Vegetationspunkte neben einander, von denen jeder zu einem Zweige auswächst, dessen Wachsthumsrichtung eine von derjenigen des erzeugenden Muttersprosses verschiedene ist. Eine solche Verzweigung ist eine Gabelung oder Dichotomie. Jeder Zweig derselben wird als Gabelzweig, das die Gabelzweige tragende Axenstück als Fussstück bezeichnet. Jedes Fussstück kann sich nur einmal gabelig verzweigen, der Gabelzweig aber zum Fussstücke einer neuen Gabelung werden (Fig. 40, *a*).

151. Findet die Dichotomie an einem mit Scheitelzelle wachsenden Sprosse statt, so können zwei Fälle der Gabelbildung eintreten. Einmal wird die bisherige Scheitelzelle durch eine der Längsaxe parallele Wand genau halbirt. Dies geschieht nur dann, wenn die Segmente in ihr durch Querwände abgeschnitten werden, wie etwa in Fig. 31 des § 113. In jeder Scheitelzellenhälfte gliedert dann eine zur Längsaxe des Muttersprosses schiefe Wand, die jedoch die Halbirungswand der ursprünglichen Scheitelzelle nicht berührt, eine neue Scheitelzelle für jeden Gabelspross aus (manche Algen, z. B. Dictyota). Theilt sich dagegen die Scheitelzelle des dichotomirenden Sprosses durch nach zwei oder drei Richtungen geneigte Segmentwände (§§ 115, 116), so findet eine Halbirung derselben nicht statt. Es wird vielmehr aus einem der jüngeren Segmente (Fig. 39 A, Segment 3) eine neue Scheitelzelle für den Gabelspross durch eine geneigte Wand ausgeschnitten, welche sich der älteren Wand der betreffenden Segmentzelle ansetzt (Fig. 39 A). Beide Scheitelzellen, alte und neue, werden der Ausgangspunkt je eines Gabelzweiges, wobei die ursprüngliche Scheitelzelle ihre bisherige Wachsthumsrichtung ändert (Selaginella).

Fig. 39.



152. Bei Vegetationskegeln ohne Scheitelzelle (Phanerogamen — § 119) tritt bei der Dichotomie im Centrum des lebhaftesten Wachsthums (Mittelpunkt des Scheitels) Stillstand ein. Dagegen entstehen ausserhalb dieser Region (excentrisch — rechts und links) zwei neue Stellen intensiven Wachsthums, zwei Zellenhöcker, die zu den beiden divergirenden Gabelsprossen werden (Hydrocharis, Vallisneria, Blüthenstände der Boragineen, Solaneen etc.).

Durch Ungleichheit im Wachsthum der verschiedenen Zweige eines

Fig. 39. A Der eben dichotomirende Vegetationskegel einer Selaginella im Längsschnitte und B derselbe in der Scheitelansicht (nach Pfeffer — Vergr. 310). *v* die ursprüngliche Scheitelzelle; s^4 deren jüngstes Segment; s^3, s^2 und s^1 die älteren Segmente; v^1 die in dem Segmente s^3 durch Auftreten einer schiefen Wand neu gebildete Scheitelzelle für den Gabelspross.

Verzweigungssystemes kann die monopodiale Verzweigung in eine scheinbare Dichotomie, die Dichotomie in ein monopodial erscheinendes Sprosssystem übergeführt werden. Es giebt daher nur die Entwickelungsgeschichte Aufschluss über die wahre Natur der Verzweigung.

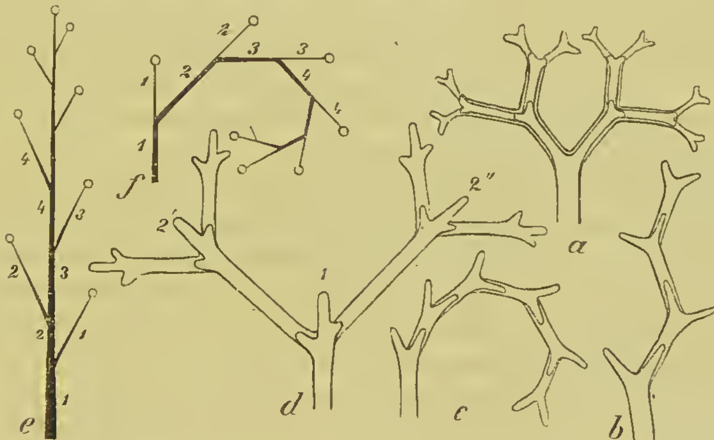
153. Ein monopodiales Sprosssystem ist:

A. Racemös, wenn der von Anfang an stärkere Muttterspross auch späterhin sich stärker entwickelt, als die von ihm erzeugten Seitensprosse, und diese ihrerseits bei weiterer Verzweigung sammt allen späteren Sprossgenerationen sich ebenso verhalten (Verzweigung vieler Nadelhölzer, z. B. der Fichte, Tanne u. s. w., der Schachtelhalme).

B. Cymös, wenn der Seitenspross sich stärker entwickelt, als sein Muttterspross und sich auch stärker verzweigt, während letzterer häufig bald ganz zu wachsen aufhört.

a. In den hierher zu rechnenden Fällen können zunächst zwei unterhalb des Vegetationskegels in geringer Entfernung von einander acropetal

Fig. 40.



angelegte Seitensprosse sich annähernd gleich stark weiter entwickeln und den schwach bleibenden Mutterzweig im Wachsthum überholen. Es entsteht dann eine falsche Dichotomie (Fig. 40, *d*). Jeder der scheinbaren Gabeläste derselben kann in gleicher Weise die Verzweigung wiederholen (Fig. 40, *d*: 2′ und 2″) und so fort. Bei Blüthenständen kommen derartige als Dichasien bezeichnete Verzweigungen häufig vor (§ 155 Nr. 12). Entwickelt sich statt zweier scheinbar gegenüberstehender Aeste ein ganzer Wirtel solcher in gleicher Weise einmal oder wiederholt stärker, als die zugehörige Hauptaxe, so entsteht die cymöse Dolde (bei Euphorbia).

Fig. 40. Schematische Darstellung verschiedener Verzweigungen: *a* gabelig ausgebildete, *b* wickelähnliche, *c* schraubelähnliche und *d* falsche Dichotomie; *e* Wickel; *f* Schraubel. Die gleichlautenden Zahlen geben in den Figuren *e* und *f* die zusammengehörigen Axenstücke an: 1—1 ist also der Hauptspross, an dem der Seitenspross 2—2 entstand, welcher das über ihm stehende, schwächer bleibende Axenende von 1 im Wachsthum überholte und sich selber dann in gleicher Weise weiter verzweigte. (Nach Sachs.)

b. Wird an dem sich verzweigenden, seinen Stammscheitel nach Anlage des Seitenzweiges gar nicht oder nur schwach weiter entwickelnden Muttersprosse je nur ein Seitenzweig stärker ausgebildet und an diesem die Verzweigung in gleicher Weise fortgesetzt, so entsteht aus den auf einander folgenden stärkeren Seitenaxenstücken eine Scheinaxe oder ein Sympodium. Die Glieder derselben erscheinen bald zickzackförmig gebrochen, wenn sie die ursprüngliche Richtung der entsprechenden Seitenzweige beibehalten (Fig. 40, *f*), bald stellen sie sich in eine Linie (Fig. 40, *e*). In letzterem Falle ist die Aehnlichkeit mit einem normal monopodial ausgebildeten Sprosssysteme, wie es typisch als racemöses auftritt, noch grösser, als im ersteren: die (in der Figur stärker gezeichneten) Glieder der Scheinaxe bilden scheinbar die Hauptaxe, die verkümmerten (in der Figur durch die schwächeren Linien angegebenen) Endstücke die vermeintlichen Seitenzweige. Wird bei der sympodialen Verzweigung abwechselnd ein Seitenzweig rechts, ein darauf folgender nach links stärker entwickelt, so entsteht das als Wickel bezeichnete System (Fig. 40, *e*); liegt dagegen der stärker zur Ausbildung gelangende Seitenzweig stets auf derselben Seite, so wird eine sogenannte Schraubel (Fig. 40, *f*) gebildet. (Siehe weiter § 155).

154. Auch die Dichotomie kann verschiedene Verzweigungssysteme liefern:

A. Gabelige Dichotomie lässt die beiden Gabelzweige jedes Fussstückes sich gleich stark entwickeln (Fig. 40, *a*).

B. Bildet sich von den zwei Gabelästen der Dichotomie nur einer weiter aus, so entsteht eine sympodiale Dichotomie (Fig. 40, *b*, *c*). Die Fussstücke der einzelnen Gabelungen bilden dann eine stärkere Scheinaxe, an der die schwächeren Gabelzweige wie die Seitenzweige eines Monopodiums erscheinen. Nach der Lage der zur stärkeren Entwickelung kommenden Gabeläste unterscheidet man hier:

a. wickelähnliche Dichotomie, wenn abwechselnd der linke und rechte Gabelast sich weiter ausbilden (Fig. 40, *b*), wie bei der Verzweigung von Selaginella;

b. schraubelähnliche Dichotomie, wenn stets nur die rechts oder nur die links gelegenen Gabeläste die Glieder der Scheinaxe bilden (Fig. 40, *c*).

155. Sehr charakteristisch finden sich die in §§ 153 und 154 aufgezählten Sprosssysteme in den Blüthenständen (Inflorescenzen) der Phanerogamen, deren wichtigste hier in einer Uebersicht folgen, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass innerhalb mancher (zusammengesetzter) Blüthenstände mehrere dieser Typen in Verbindung auftreten.

A. **Racemöse Inflorescenzen** (vgl. § 153 A).

a. Achrige Blüthenstände: Seitenaxen erster Ordnung sich nicht weiter verzweigend, sondern mit Blüthe endigend.

α. Hauptaxe verlängert.

1. Blüthen an einer dünnen Spindel sitzend: Achre (spica) — Kätzchen der Weiden, Pappeln etc.

2. Blüthen an dicker, fleischiger Spindel sitzend: Kolben (spadix) — Aroideen.

3. Blüthen lang gestielt: Traube (racemus) — viele Cruciferen, Reseda etc.

β. Hauptaxe kurz.

4. Axe kegel-, scheiben- oder napfförmig, mit sitzenden Blüthen dicht besetzt: Köpfchen (capitulum) — Compositen.

5. Blüthen lang-gestielt: einfache Dolde (umbellula) — Primula, Hedera.

b. Rispige Blüthenstände mit (oft wiederholt) verzweigten Seitenaxen.

α. Mit verlängerten Seitenaxen.

6. Blüthen länger gestielt: echte Rispe (panicula, zusammengesetzte Traube) — Vitis. Ist die Rispe sehr gedrängt, so heisst sie auch Strauss (thyrsus).

7. Blüthen sitzend: aus Aehren zusammengesetzte Rispe (zusammengesetzte Aehre) — Veratrum, Secale, Triticum.

β. Mit verkürzten Seitenaxen.

8. Die kurzen Seitenzweige mit ihren Blüthen sind der Hauptaxe mehr oder weniger angedrückt: zusammengezogene ährenförmige Rispe — Alopecurus, Phleum.

9. Aus einer sehr verkürzten Hauptaxe entspringt eine dichtgedrängte Rosette gestielter kleiner Dolden: zusammengesetzte Dolde (umbella) — die meisten Umbelliferen.

B. Cymöse Inflorescenzen (vgl. § 153 B). Unter der ersten (an der Spitze der kurz bleibenden Hauptaxe stehenden) Blüthe entstehen ein oder mehrere Seitenzweige (subflorale Sprosse), die unter ihrer mit Blüthe abschliessenden Axe wieder einen oder auch mehrere subflorale Sprosse entwickeln, die in derselben Weise die Verzweigung wiederholen.

a. Ohne Scheinaxe (vgl. § 153 B, a); unter jeder Blüthe zwei oder mehr subflorale Sprosse.

10. Subflorale Sprosse in unbestimmter Zahl und von ungleicher Länge, so dass der Blüthenstand keinen bestimmten Gesammtumriss erhält: Spirre (anthela) — viele Arten von Juncus.

11. Die subfloralen, gleich lang entwickelten Sprosse stehen zu drei oder mehr im Quirl, der Blüthenstand ist einer zusammengesetzten Dolde ähnlich: cymöse Dolde — Euphorbia helioscopia u. A. (vgl. § 153 B, a).

12. Die subfloralen Sprosse stehen je zu zweien gegenüber oder fast gegenüber; der Blüthenstand ist scheinbar wiederholt dichotom (§ 153 A, a — Fig. 40, *d*): Dichasium — viele Sileneen.

b. Mit Scheinaxe (vgl. § 153 B, b). Unter jeder Blüthe wird nur ein subfloraler Spross erzeugt.

13. Die subfloralen Sprosse werden abwechselnd nach rechts und links stärker entwickelt, als die zugehörigen, mit Blüthe abschliessenden Hauptaxen: Wickel (cicinnus) — Drosera, Helianthemum (Schema Fig. 40, *c*). Wickelartig erscheinen auch die

echt dichotom nach dem Schema der Fig. 40, *b* angelegten Blüthenstände vieler Boragineen und Solaneen.

14. Die subfloralen Seitensprosse nur nach einer Seite hin (entweder nur nach rechts oder nur nach links) stärker entwickelt: Schraubel (bostryx) — Aeste des Blüthenstandes von Hemerocallis und Hypericum perforatum. (Vergl. § 153 B, b — Fig. 40, *f*.)

156. In den meisten Fällen ist die die Blätter tragende Axe cylindrisch oder prismatisch (kantig) und dabei gestreckt; die blatttragenden Knoten sind durch deutlich ausgebildete, meistens längere Internodien von einander getrennt, deren Wachsthum intercalar so lange erfolgt, bis ihre Gewebe in Dauergewebe übergegangen sind. Gewöhnlich ist dieses sehr bald der Fall; manchmal aber bleibt der untere Theil eines Internodiums noch lange entwickelungsfähig, während der obere Theil sein Wachsthum bereits eingestellt hat, so dass dann von unten her eine oft beträchtliche Längenzunahme erfolgt (Gräser, Schachtelhalme). In diesem Falle sind die mechanisch schwächeren Stellen (§ 102) des Internodiums durch stärkere Blattscheiden (Gräser) oder durch die scheidenförmigen Blätter selbst (Schachtelhalme) gestützt.

157. Bleiben die Internodien eines Sprosses kurz und sind in Folge dessen die Blätter desselben so dicht gestellt, dass die unteren (äusseren) die oberen (inneren) theilweise oder ganz verdecken, so erhält er ein oft sehr verändertes Aussehen, besonders dann, wenn er gleichzeitig eigenthümlich umgestaltete Blätter trägt. Derartige metamorphosirte Sprosse sind die Knospen. Als Endknospen (§ 145) eines wachsenden Stammes oder Zweiges bezeichnet man sie während der Vegetationsperiode, wenn der Knospenzustand für das betreffende Axenstück kurz vorübergehend ist, wenn untere Internodien sich fortwährend durch intercalares Wachsthum strecken und ihre zugehörigen Blätter aus einander rücken lassen, während am Stammscheitel durch Zufügung neuer (junger) Internodien und Blätter die Endknospe sich stetig verjüngt. Winterknospen (gewöhnlich kurzweg als Knospen bezeichnet) sind sie, wenn sie nach einer Ruhezeit erst in einer folgenden Vegetationsperiode sich durch Wachsthum zum gewöhnlichen Sprosse verlängern (Knospen unserer Holzpflanzen, Knospen ausdauernder Rhizome, Winterknospen vieler Wasserpflanzen, z. B. von Elodea — etc.). Meistens sind die untersten Blätter einer solchen Winterknospe (z. B. bei der Mehrzahl der Holzpflanzen) Schuppen- oder Niederblätter (§ 172) von oft eigenthümlichem Charakter, der sie in den Stand setzt, die im Inneren folgenden Anlagen jugendlicher Laubblätter sammt dem Vegetationskegel wirksam gegen Kälte und Nässe zu schützen. Neben derber, meist lederiger Beschaffenheit sind noch Behaarung und Ausscheidung kleberiger Stoffe (Colleteren — § 88) als derartige Schutzmittel zu erwähnen.

158. Häufig lösen sich Knospen von ihrem Muttersprosse los, bewurzeln sich und werden zu selbständigen Pflanzen. Derartige Sprosse werden als Brutknospen bezeichnet. Axillär entwickeln sie sich bei Lilium bulbiferum am blühenden Sprosse, bei vielen Zwiebeln der Liliaceen und in den

Blüthenständen mancher Allium-Arten. Aber auch auf Blättern und Blattstielen können sie als sogenannte blattbürtige Brutknospen aus oberflächlich gelegenen Zellengruppen entstehen: Brutknospen vieler Farne (Aspidium Filix mas, Asplenium bulbiferum etc.), von Bryophyllum calycinum u. s. w. Diese bewurzeln sich schon, wenn sie noch mit dem Mutterblatte in Verbindung stehen und lösen sich später ab oder werden durch Verwesung des Mutterblattes frei. —

Auch bei der Zwiebel sind die Internodien kurz, die Axe ist flach, fast scheibenförmig und im Verhältniss zu den meist dick-fleischigen und dicht gedrängten Niederblättern (Zwiebelschuppen) wenig entwickelt (Allium, Lilium, Fritillaria, Tulipa etc.).

159. Sprosse, deren Blätter sehr klein und schuppenförmig bleiben, während sie selbst als dicke, fleischige Gebilde sich entwickeln, heissen Knollen (Kartoffel). Als blattartige Sprosse dagegen werden solche bezeichnet, die sich flach und in der Form den gewöhnlichen Blättern ähnlich entwickeln (Ruscus, Mühlenbeckia, Xylophylla etc.). Sie vertreten als sehr chlorophyllreiche Organe die meist kümmerlich ausgebildeten, kleinen, oft häutigen Schuppenblätter dieser Pflanzen.

Schlingende oder windende Stengel nennt man die im Verhältniss zu ihrer Länge dünnen Axen, welche normal ausgebildete Blätter tragen und sich um Stützen (z. B. andere Pflanzen) aufsteigend emporzuwinden vermögen (Convolvulus, Phaseolus, Humulus). Vgl. den Abschnitt „Die Nutationsbewegungen".

Die Stammranken sind dagegen dünne, fadenförmige, höchstens mit kleinen Schuppenblättern besetzte Sprosse, welche sich um fremde Körper spiralig winden, wenn sie durch deren Berührung gereizt werden (Vitis, Ampelopis, Passiflora). Vgl. den Abschnitt „Nutationsbewegungen".

Bei den Dornen spitzt sich der erhärtende Zweig scharf zu, wobei entweder von Anfang an die Laubblätter in der Entwickelung unterdrückt (Gleditschia ferox) oder dieselben erst später abgeworfen werden (Prunus spinosa).

Unterirdisch und gewöhnlich horizontal fortwachsende, ausdauernde Axen, welche in jeder Vegetationsperiode beblätterte Zweige oder auch nur Blätter über die Erde senden, während sie selbst sammt ihren unterirdischen Verzweigungen nur mit schuppigen Niederblättern besetzt sind, heissen Rhizome (Pteris aquilina, Iris, Convallaria etc.). Dagegen werden dünne, mit Schuppenblättern versehene Seitensprosse einer Axe, welche horizontal auf oder unter der Erde hinwachsen, um sich in oft bedeutender Entfernung von der Mutteraxe zu bewurzeln und einen neuen Laubspross (Tochterpflanze) zu erzeugen, als Ausläufer oder Stolonen bezeichnet (Erdbeere).

160. Auch die Blüthe ist ein metamorphosirter beblätterter Spross, der in der verschiedenartigsten Weise ausgebildet sein kann und im unentwickelten Zustande ebenfalls als Knospe (§ 157) bezeichnet wird. Hier ist die Axe meistens sehr verkürzt und die Internodien zwischen den verschiedenen Blattkreisen sind kaum sichtbar. Häufig ist auch das blüthentragende Axenstück metamorphosirt. Bei den Compositen verbreitert es sich zu dem

kegel-, scheiben- oder gar napfförmigen Blüthenboden, auf dem sich die zahlreichen Blüthen des Köpfchens entwickeln. Bei der Bildung der fälschlich als Frucht bezeichneten Feige wird der anfänglich fast scheibenförmige Scheitel des Sprosses von einer sich in Folge rascheren Wachsthums an seinem Rande als Ringwulst erhebenden Gewebezone so überwallt, dass diese endlich urnenartig mit enger Oeffnung zusammenschliesst. Am Rande dieser Oeffnung sitzen dann die kleinen schuppenförmigen Blätter; auf der Innenfläche der Urne kommen die zahlreichen kleinen Blüthen zur Entwickelung. Die urnenartige, bei ihrer Reife als „Hagebutte" bekannte Bildung der Rosenblüthe ist ebenfalls das hohl gewordene Axenende, das sich nach Anlage der fünf Kelchblätter in ähnlicher Weise, wie bei der Feige, erhebt und Kelch, Blumenkrone und Staubgefässe an seinem Rande mit emporträgt, während die zahlreichen Fruchtknoten im Grunde der Höhlung stehen.

Aehnliche Vorgänge finden bei der Bildung unterständiger Fruchtknoten (z. B. bei den Compositen) statt, die gelegentlich der Blüthenentwickelung der Angiospermen (siehe dort) besprochen werden sollen.

161. Als eigene Sprossbildung sind endlich noch die Adventivsprosse zu erwähnen, die als Adventivknospen endogenen Ursprunges sind, im Cambium oder in der Nähe der Gefässbündel an der Aussenseite derselben entstehen und später die Rinde durchbrechen. Derartige Adventivknospen entwickeln sich ganz besonders in Stämmen (Linde, Weide, Pappel u. s. w.), zumal wenn diese ihrer Krone beraubt (geköpft) oder über der Wurzel abgehauen wurden (Stockausschlag). Aber auch in Wurzeln (Ophioglossum, Populus tremula, Pyrus malus) und aus abgeschnittenen Blättern (Begonia, Marattia etc.) entwickeln sich Adventivknospen, besonders wenn solche Blätter feucht liegen.

In manchen Fällen sind die zu Zweigen sich entwickelnden scheinbaren Adventivknospen älterer Stämme unserer Bäume keine Adventivknospen, sondern sogenannte „schlafende Knospen" oder „Augen", d. h. normal axillär angelegte Knospen, welche sich indessen nicht sofort weiter entwickelten, sondern beim Dickenwachsthum des Stammes von der Rinde desselben überwallt und eingeschlossen wurden. Solche Knospen kommen oft sehr spät noch zur Entwickelung des Sprosses, besonders dann, wenn der Stamm über ihnen weggenommen wird.

4. Die Blätter.

162. Die Blätter entstehen unterhalb des fortwachsenden Stammscheitels als seitliche Auswüchse in acropetaler Reihenfolge, entweder einzeln, oder zwei und mehr in gleicher Höhe (im Quirle). Letzteres ist besonders bei Blüthen der Fall, bei denen auch zwischen schon vorhandenen älteren Blättern jüngere Blätter gebildet (interponirt — § 177) werden können, wenn das Scheitelwachsthum aufhört, aber in einer Querzone unterhalb des Scheitels fortdauert, ein Fall, der bei den gewöhnlichen beblätterten Sprossen der Gefässpflanzen niemals vorkommt.

Die Blätter sind ferner immer exogene Bildungen. Sie gehen aus oberflächlich gelegenen Zellen des Urmeristems hervor; sie entstehen daher

auch unmittelbar unter dem Scheitel oder doch in verhältnissmässig geringer Entfernung von demselben, nie an Orten, wo das Gewebe bereits vollständig differenzirt ist.

163. Bei den Moosen wird jedes Blatt bereits im jüngsten Segmente der Scheitelzelle angelegt, das sich mit seiner Aussenwand leicht emporwölbt (Fig. 33 im § 116, Segment 1). Durch eine als Blattwand (Fig. 33, *a*) bezeichnete, ziemlich tangentiale Wand wird dann (z. B. bei Fontinalis) dieser äussere (Blatt-) Theil des Segmentes von dem inneren (Stengel-) Theile desselben abgegrenzt. Die weiteren Theilungen im Segmente und dessen Tochterzellen wurden bereits im § 116 erläutert. Die in der Blattfläche auftretende, durch abwechselnd rechts und links geneigte Wände sich theilende Scheitelzelle erzeugt zuerst zwei Reihen von Blattsegmenten, hört aber dann bald in ihrer Thätigkeit auf. Das Spitzenwachsthum des Blattes ist also ein begrenztes. Die Bildung des aus den sich weiter theilenden Segmenten hervorgehenden Gewebes schreitet von der Blattspitze aus nach der Basis des Blattes (basipetal) fort; in letzterer erlischt das Wachsthum desselben am spätesten.

164. Die Blätter der Phanerogamen zeigen sich bei ihrem ersten Sichtbarwerden bereits als eine kleine Zellengruppe (Fig. 35 auf S. 69, f^1—f^6; vergl. auch Fig. 38 im § 150). Ihre Bildung geht (ob immer?) vom Periblem aus. In diesem strecken sich an dem für die Blattanlage bestimmten Orte eine oder mehrere Zellen gewöhnlich der äussersten Schicht (Fig. 35, *p* unter f^1; *p'* und *p''* unter f^2 und f^3) senkrecht zur Stammoberfläche und wölben das über ihnen liegende Dermatogen erst schwach (Fig. 35, f^1), dann immer stärker (Fig. 35, f^2—f^6) empor, je mehr sie selbst sich durch bald auftretende Tangential- und Radialwände theilen. Das dem Wachsthum des Periblems folgende Dermatogen vermehrt seine Zellen ebenfalls durch radiale Theilungen.

Die bei den jungen Blättern der Farne beobachtete keilförmige Scheitelzelle hat eine sehr beschränkte Dauer.

165. Wie bei den Moosen, so erlischt auch bei der Mehrzahl der Gefässpflanzen das anfängliche Scheitelwachsthum des Blattes meistens sehr bald. Das Blatt wächst dann nur an seiner Basis fort, um so länger, je früher seine an der Spitze gelegenen Gewebe in Dauergewebe übergehen (Gräser, Liliaceen etc.). Wo indessen ein länger andauerndes Spitzenwachsthum vorherrscht, hört das intercalare Wachsthum an der Basis bald auf. Einen bemerkenswerthen Ausnahmefall mit reinem Spitzenwachsthum machen die Farne. Bei diesen ist die schneckenförmig nach vorne eingerollte Blattspitze bei manchen Gattungen nahezu unbegrenzt entwickelungsfähig (Nephrolepis, Gleichenia, Lygodium, manche Hymenophyllaceen). Das Spitzenwachsthum ist sogar bei gewissen Gattungen (Gleichenia, Lygodium, gewisse Hymenophyllum-Arten) periodisch unterbrochen und die einzelnen, auf mehrere Jahre sich vertheilenden Vegetationsperioden machen sich dann manchmal durch ungleich starke Entwickelung der Verzweigungen (Fiedern des Blattes) bemerkbar, wie z. B. oft bei Nephrolepis und Hymenophyllaceen.

Bei manchen Farnen gebrauchen ferner die Blätter zu ihrer völligen Ausbildung, ehe sie aus dem Knospenzustand treten, mehrere Jahre. Bei

Pteris aquilina wird das Blatt zwei Jahre vor seiner Entfaltung angelegt. Zu Ende des ersten Jahres ist nur der etwa zolllange Blattstiel vorhanden, an dessen Spitze im Sommer des zweiten Jahres die winzige Spreite erscheint, welche sich erst im dritten Jahre über der Erde entfaltet. Aehnlich ist die Blattentwickelung bei Aspidium Filix mas, und bei Botrychium gebraucht ein Blatt zu seiner völligen Entfaltung vier Jahre, von denen es die ersten drei im Knospenzustande unter dem Boden zubringt.

166. Da die Blätter an einer Region des Vegetationskegels angelegt werden, in welcher noch keine Gewebedifferenzirung stattfindet (§ 162), so stehen auch die Gewebe derselben mit den gleichnamigen Geweben des Stammes in unmittelbarem Zusammenhange. Die Epidermis des letzteren geht unmittelbar in diejenige des Blattes über, die Rinde des Stammes schliesst sich an das derselben entsprechende Grundgewebe des Blattes (das Blattparenchym oder Mesophyll) und die Fibrovasalstränge des Blattes (die Nerven desselben) legen sich denen des Stengels an. Die Differenzirung der einzelnen Gewebe beider Organe beginnt dann gleichzeitig. Namentlich entstehen die zu den Fibrovasalbündeln werdenden Procambiumstränge des Pleroms (§ 123) in der Gegend der Blattbasis so, dass sich die Gefässbündel des Blattes an diejenigen des Stengels sofort anlehnen und die späteren Gefässbündel des Blattes als die unmittelbare Fortsetzung derjenigen des Stammes erscheinen. Oder es vereinigen sich bei gesondertem Ursprunge (Equisetum, Lycopodium) die Procambiumstränge des jungen Blattes zeitig in der Weise mit den jugendlichen Gefässbündeln des Stammes, dass auch hier später der gleiche Zusammenhang existirt. In beiden Fällen werden diese Gefässbündel als gemeinsame Stränge, ihre im Stamme verlaufenden Theile als Blattspuren bezeichnet, während man die nur im Stamme verlaufenden Fibrovasalbündel (Piperaceen, Menispermaceen etc.) stammeigene Stränge nennt.

Es ist daher anatomisch keine Grenze zwischen Blattbasis und Stammumfang zu ziehen. Aus Bequemlichkeitsrücksichten nimmt man jedoch (auch für die normalen Seitensprosse) eine solche Grenze an, indem man sich die Oberfläche des Muttersprosses durch die Basis des Blattes fortgesetzt denkt und den Durchschnitt als Insertionsfläche bezeichnet.

167. Bei den Moosen, bei denen zum ersten Male Blätter im engeren Sinne des Wortes auftreten, ist der Bau derselben sehr einfach. Das Blatt der Lebermoose besteht nur aus einer einfachen Zellenlage ohne Spaltöffnungen und Nerven. Auch die Blattspreite der Laubmoose ist ihrer grössten Ausdehnung nach einschichtig, wird aber in der Mittellinie von einem mehrschichtigen Zellenstrange durchzogen, der hier schon als Mittelnerv bezeichnet wird, aber keine Gefässe besitzt (§ 111). Den Laubmoosblättern ähnlich gebaute, aber mit Nerven aus wahren Gefässbündeln versehene Blätter kommen unter den niedrigst organisirten Farnen bei den meisten Hymenophyllaceen vor. Erst die Blätter der übrigen Gefässkryptogamen und die der Phanerogamen lassen eine Epidermis der Ober- und Unterseite des Blattes erkennen und ein zwischen beiden gelegenes Grundgewebe (Blattparenchym, Mesophyll), das von stärkeren und schwächeren Fibrovasalbündeln, den Blattnerven, durchzogen wird. Die Anordnung

der letzteren ist je nach Grösse und Form des Blattes eine verschiedene, lässt jedoch meistens einen stärkeren, von der Basis zur Spitze der Spreite verlaufenden Mittelnerven und von diesem ausgehende stärkere, den Theilungen des Blattes entsprechende Seitennerven mit ihren feineren Verzweigungen unterscheiden. Die stärkeren Nerven des Blattes sind häufig von einer vom gewöhnlichen Mesophyll verschiedenen Parenchymlage umgeben.

168. Da die Blätter in den meisten Fällen rasch nach einander angelegt werden und auch rascher in die Länge wachsen, als der sie entwickelnde Zweig — da ferner ihre Unterseite (Rückenseite) anfänglich stärker wächst, als die Oberseite (Innenseite), so legen sie sich bald über den Stammscheitel fort und bilden mit diesem die Endknospe (§ 157), deren Blätter sich erst später nach der Reihenfolge ihres Alters von unten nach oben auseinanderschlagen. In diesem Falle, noch mehr aber bei Knospen, welche längere Zeit geschlossen bleiben (Laub- und Blüthenknospen), kann die gegenseitige Lage der Blätter der Knospe (Knospendeckung), sowie die durch Faltung und Einrollung bedingte Form des mehr oder weniger auch bereits in der engen Knospe in die Breite wachsenden einzelnen Blattes (seine Knospenlage), eine sehr verschiedene sein. Derartige für manche Gattungen oft charakteristische Knospendeckungen und Knospenlagen werden in der Systematik häufig als wichtige Unterscheidungsmerkmale benutzt.

169. Der zur Zeit seiner Anlage bei allen Blattformen der Gefässpflanzen nahezu gleich gestaltete Zellhöcker nimmt während seiner weiteren Entwickelung die verschiedensten Formen an, welche die fast unendliche Mannigfaltigkeit der Blattgebilde bedingen. Immer ist dabei die Gestalt des Blattes eine andere, als die des zugehörigen Sprosses, auch in den Fällen, in welchen letzterer die Form gewisser Laubblätter nachahmt (§ 159).

Gewöhnlich bleibt ein unterer Theil des Blattes schmal (der cylindrische oder prismatische Blattstiel), während die obere Region (die Blattspreite) sich flach ausbreitet. In anderen Fällen ist das Blatt ohne Stiel mit breiterer aber flacher Basis dem Stamme angeheftet, oder diese umgreift letzteren theilweise oder in seinem ganzen Umfange mit einer Scheide, wie dieselbe auch beim Blattstiele häufig vorkommt. Bei Equisetum ist das Blatt selbst in Form einer geschlossenen, am Rande gezähnten Scheide entwickelt. Die Spreite der Blätter bleibt bald einfach; bald verzweigt sie sich mehr oder weniger vollständig, letzteres bei verschieden gebuchteten und gelappten, ersteres bei gefiederten, gefingerten Blättern u. s. w. Die Blattzweige können sich wieder verzweigen (z. B. bei doppelt-gefiederten Blättern). Die Verzweigungen des Blattes werden meistens acropetal angelegt, seltener basipetal, wie bei den kammförmig gefiederten Blättern von Myriophyllum. Die Zweigsysteme entsprechen dabei denjenigen der Stämme (§§ 153, 154).

170. Monopodial verzweigt sind z. B. die gelappten und gefiederten Laubblätter der Mono- und Dicotyledonen. Gewöhnlich sind diese Verzweigungen racemös, oft aber auch cymös (vgl. § 153), in letzterem Falle manchmal sogar unter Bildung von Sympodien, wie bei den Blättern von Rubus, Helleborus und manchen Aroideen. Unter letzteren z. B. stellt Amorphophallus ein Dichasium dar, dessen Seitensprosse Schraubeln sind.

Auf Dichotomie beruht die Verzweigung der Blattnerven, respective der Blätter bei den Farnen, wobei jedoch die weitere Ausbildung ein wickelartiges System hervorruft, bei dem die Mittelrippe das Sympodium darstellt, die Lappen oder Fiedern den schwächer gebliebenen Gabelästen entsprechen. Auf eine schraubelähnliche Dichotomie dürften vielleicht die Blätter von Adiantum pedatum und verwandten Arten zurückführbar sein.

171. Als besondere Blattformationen werden an der Pflanze gewöhnlich die Laubblätter, Niederblätter, Hochblätter und die verschiedenen Blattkreise der Blüthe unterschieden.

Die Laubblätter sind die schlechthin als Blätter bezeichneten, grösseren, vielfacher gegliederten, durch reicheren Chlorophyllgehalt, complicirtere Gewebebildung und meist längere Lebensdauer ausgezeichneten Blattorgane der Axe, die gewöhnlich um so zahlreicher sind, je weniger ihre Spreite in die Fläche sich ausdehnt.

Nebenblätter sind die untersten, meist paarweise vorhandenen Seitenzweige des Blattes an dessen Insertion. Sie wachsen viel rascher als das Hauptblatt, decken daher das Blatt in der Knospe in sehr verschiedener Weise.

172. Nieder- oder Schuppenblätter unterscheiden sich von den Laubblättern durch ihre meist sehr bedeutend geringere Flächenentwickelung, durch das stete Fehlen des Blattstieles und der Verzweigung der Spreite, den meist einfacheren Bau und geringeren Chlorophyllgehalt oder vollständiges Fehlen des Chlorophylls. Sie kommen vorzüglich an unterirdischen Axen (Rhizomen, Knollen) vor; an oberirdischen Stämmen, sowie an den Winterknospen unserer Holzpflanzen (Knospenschuppen) gehen sie den gewöhnlichen Laubblättern in der unteren Region des Stengels vorauf, werden sehr häufig bald abgeworfen, sind übrigens bei manchen Pflanzen durch Uebergangsformen mit den Laubblättern verbunden. Oft wechseln sie sogar mit Laubblättern regelmässig ab (Cycas) und in anderen Fällen sind sie wieder die einzigen Blattorgane des Stengels (Humusbewohner und Parasiten, wie Neottia, Orobanche, Monotropa etc.). Die Keimblätter oder Cotyledonen der Samenpflanzen können als die ersten, eigenthümlich gestalteten Niederblätter der Pflanze bezeichnet werden.

Die Hochblätter, welche den Laubblättern folgend gewöhnlich in der Blüthenregion des Stengels (als Tragblätter, Stützblätter oder Bracteen der Inflorescenzzweige oder an diesen selbst) auftreten, gleichen in Form, Grösse u. s. w. meistens den Niederblättern. Häufig sind sie durch eigenthümliche Färbung (blau bei Melampyrum nemorosum, grünlichweiss bei manchen Formen derselben Art, roth bei Melampyrum arvense etc.), sowie durch besondere Form ausgezeichnet.

173. Als weitere Blattformationen sind Kelch, Blumenblätter, Staubgefässe und Fruchtblätter der Blüthe zu bezeichnen, welche bei der Besprechung der Blüthenentwickelung (im vierten Abschnitte) berücksichtigt werden sollen. Manche Blüthenblätter zeichnen sich dadurch aus, dass bei ihnen das intercalare Wachsthum an einer Stelle lange fortdauert, um von hier aus radienförmig abzunehmen. Es bilden sich dann sack- oder spornartige Ausstülpungen, wie in den Blüthen von Viola, Linaria, Aquilegia, Delphinium, Impatiens etc.

Blattranken nennt man fadenförmige Blätter oder Theile eines Blattes (wie bei der Erbse, Wicke u. s. w.), welche sich wie die Stammranken um andere Körper schlingen und so als Kletterorgane dienen können. Blattdornen heissen dagegen zu harten, verholzten, stechenden Körpern umgebildete Nebenblätter (Robinia, Acacia-Arten, Xanthium etc.) oder ganze Blätter (bei Berberis an den Hauptzweigen).

Der häutige Auswuchs (Blatthäutchen, ligula) an der Grenze zwischen Spreite und Scheide auf der Oberseite vieler Grasblätter, die ähnlichen Gebilde der Blattbasis von Selaginella und Isoëtes, der Blumenblätter vieler Sileneen, die sogenannte Nebenkrone von Narcissus etc. werden als Liguargebilde bezeichnet.

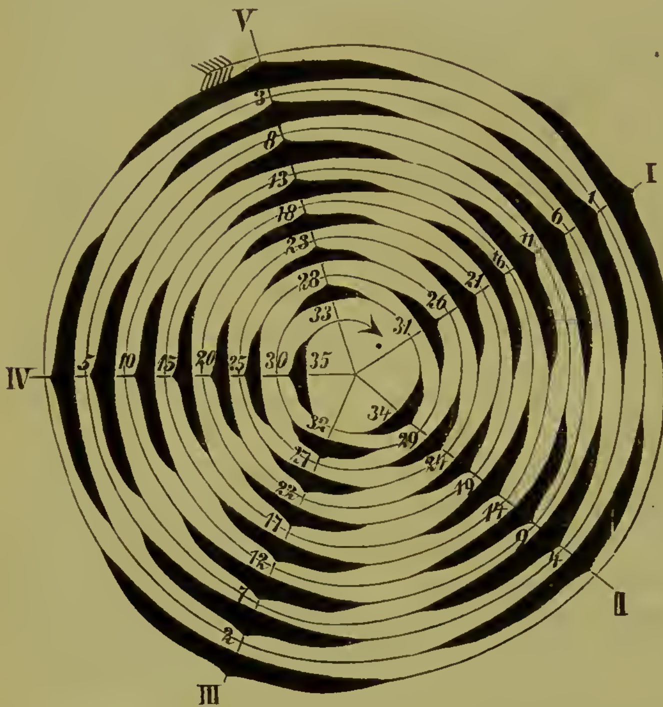
174. Die Blätter eines Sprosses sind am Umfange desselben in einer grossen Anzahl von Fällen nach bestimmter Regel geordnet. Sie stehen entweder zu zweien oder mehr im Quirl oder vereinzelt (zerstreut). Beispiele für mehrere Blätter im Wirtel bieten unter unseren einheimischen Pflanzen die Gattungen Galium, Asperula, Paris, Myriophyllum, Hippuris etc. Stehen hier die Blätter zweier Quirle so, dass je ein Blatt des einen Wirtels zwischen zwei Blätter des nächst oberen oder unteren fällt, so sind die Quirle alternirend. Liegen dagegen die Blattinsertionen des einen Quirles genau über denjenigen des nächst unteren, so bezeichnet man die Wirtel als superponirt. Zweiblätterige Quirle, deren Blätter also opponirte sind, besitzen die Labiaten, die meisten Scrophularineen u. s. w. Alterniren hier die Wirtel, so heissen sie decussirt; die Medianen, d. h. die Ebenen, welche die Blätter und deren Insertionsfläche symmetrisch halbiren und die Wachsthumsaxe derselben wie der Axe enthalten, schneiden hier einander unter rechten Winkeln.

Sämmtliche genau über einander stehende Blätter eines Stengels, deren Medianen also zusammenfallen, bilden eine gerade Reihe oder Orthostiche. Bei den Labiaten wären demnach zwei Orthostichen am Stengel vorhanden, bei superponirten Quirlen so viele, als Blätter im Quirl, bei alternirenden Wirteln dagegen doppelt so viel Orthostichen. — Lassen sich keine Orthostichen am Stengelumfange construiren, so sind die Blätter ausweichend angeordnet.

175. Bezeichnet man an einer Axe mit zerstreut stehenden Blättern ein Blatt mit 1 und geht von diesem auf dem kürzesten Wege zum nächst jüngeren, also nächst höheren Blatte, das als 2 bezeichnet wird, so beschreibt man am Stengelumfange ein Stück einer Spirallinie. In der ein solches Beispiel veranschaulichenden Fig. 41 beträgt dieses Stück $^2/_5$ eines Kreises oder 144°. Diese Entfernung wird die Divergenz der beiden Blätter 1 und 2 genannt. Vom Blatte 2 bis zum Blatte 3 wird man wieder $^2/_5$ eines Kreisumfanges in der die Blätter verbindenden Spirale zurücklegen, von 3—4, 4—5, 5—6 u. s. w. ebenso jedesmal 144°: die Divergenz je zweier Blätter ist hier also constant. Es steht aber ferner das 6. Blatt genau über dem 1. Blatte, mit diesem also in derselben Orthostiche (I in Fig. 41). Um zu ihm zu gelangen, muss man von 1 aus zweimal den Weg um die Axe beschreiben und auf diesem berührt man, das Blatt 1 mitgerechnet, 5 Blätter bis wieder zu derselben Orthostiche (I in Fig. 41). Die Zahl der

so durchlaufenen Spiralwindungen macht man nun zum Zähler, die Zahl der berührten Blätter zum Nenner eines Bruches, der in unserem Beispiele $^2/_5$ ist und durch welchen hier kurz die Blattstellung ausgedrückt wird. Dabei ergiebt sich weiter, dass bis zum 11., genau über den Blättern 1 und 6 stehenden Blatte wieder über die Insertionen von 5 Blättern 2 Spiralwindungen durchlaufen werden und ebenso in der weiteren Höhe der Axe, dass also die Blätter 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31 u. s. w. eine Orthostiche (I in Fig. 41) bilden, dass 5 Orthostichen überhaupt in diesem Falle vorhanden sind (I—V in Fig. 41), und dass beispielsweise die Blätter 4, 9, 14, 19, 24 etc. die II.; die Blätter 3, 8, 13, 18, 23, 28 u. s. w. die V. Orthostiche bilden. Es zeigt sich dabei ferner, dass die gedachte Spirale die Blätter gleichzeitig in der Reihenfolge ihrer Entstehung oder ihres Alters berührt, also als die genetische Spirale oder Grundspirale bezeichnet werden kann, in der je 5 Blätter einen Cyclus bilden. Würde man in der Fig. 41 den entgegengesetzten Weg verfolgen, vom Blatte 1 über die Orthostichen V und IV nach dem Blatte 2, von dort über die Orthostichen II und I zum Blatte 3, so hätte man jedesmal $^3/_5$ eines Kreisumfanges, also einen längeren Weg zurückzulegen. Als Regel gilt aber, dass bei der Bestimmung der genetischen Spirale und der Blattstellung überhaupt stets der kürzere Weg eingeschlagen wird.

Fig. 41.



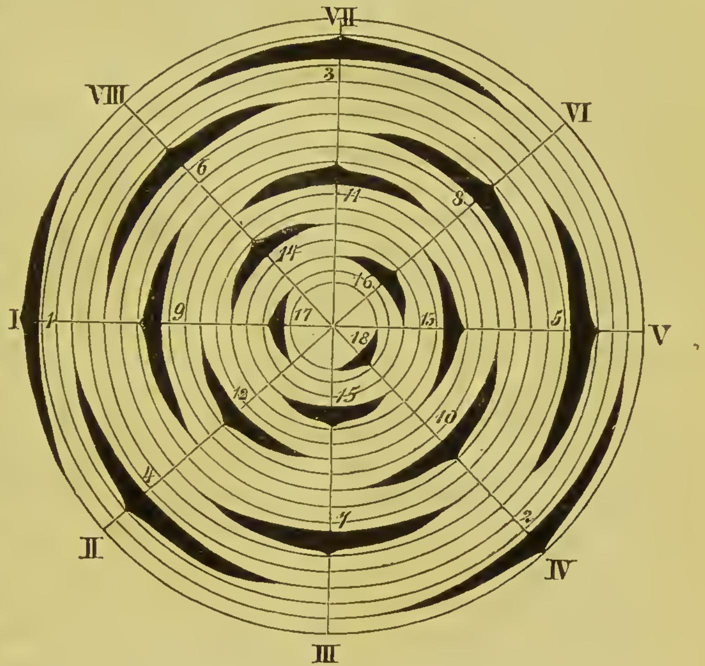
176. Werden diese Stellungsverhältnisse in eine in eine Ebene gelegte Spirallinie so eingetragen, wie in Fig. 41, dass also die ältesten unteren Blätter die äusseren, die jüngsten obersten Blätter die inneren Windungen einnehmen, so erhält man das **Diagramm** der betreffenden Blattstellung. Gewöhnlich construirt man indessen nicht die Spirale, sondern concentrische

---

Fig. 41. Diagramm eines Zweiges, dessen Blätter nach der constanten Divergenz $^2/_5$ gestellt sind. Die Spitze des die genetische Spirale darstellenden Pfeiles ist der Zweigspitze zugewendet, das Blatt 35 daher das jüngste Blatt des Sprosses. Die Zahlen I—V geben die Orthostichen an.

Kreise, von denen der äussere Kreis dem unteren (ältesten), der innere dem obersten (jüngsten) Blatte entspricht und je ein Kreis nur ein Blatt auf der betreffenden Orthostiche aufnimmt. In der diesen Fall darstellenden Fig. 42 ist zugleich die $^3/_8$-Stellung der Blätter veranschaulicht. Vom Blatte 1 auf der Orthostiche I des ersten Kreises bis zu Blatt 2 auf Orthostiche IV des zweiten Kreises sind 135° oder $^3/_8$ eines Kreises auf kürzestem Wege zu beschreiben, von Blatt 2 bis Blatt 3 auf Orthostiche VII des dritten Kreises ebenfalls $^3/_8$ des Kreisumfanges und so fort. Hier haben wir 8 Orthostichen (Fig. 42, I—VIII), Blatt 1, 9, 17 stehen auf Orthostiche I, Blatt 2, 10, 18 auf Orthostiche IV u. s. w. Nach dem über die Fig. 41 Gesagten erläutern sich hier alle Verhältnisse also leicht.

Fig. 42.



Bei sehr dicht gestellten Blättern und zugleich zahlreichen Orthostichen (z. B. den Schuppen der Tannenzapfen) ist die genetische Spirale schwierig zu verfolgen. Dagegen treten dem Beobachter andere Spiralen in auffälliger Weise entgegen, die als **Parastichen** bezeichnet werden.

177. Dass die Glieder einer Blüthe als Blattformationen gleich denen des beblätterten Stengels zu betrachten sind, wurde bereits im § 173 angedeutet. Auch hier ordnen sich die Theile des Kelches, der Blumenkrone etc. unter einander, sowie die Stellung der Kelchblätter zu den Blättern der Blumenkrone oder zu den Staubgefässen u. s. w. in meist bestimmter Weise.

Es sind zunächst zu unterscheiden: Blüthen, deren Blattorgane spiralig gestellt sind und solche, bei denen sie Quirle bilden. Entsprechen bei den im Allgemeinen seltenen spiralig gebauten Blüthen die einzelnen Formationen (Kelch, Krone etc.) ganzen Umläufen der Spirale, so bezeichnet man sie als **hemicyclische** Blüthen (Aconitum); fällt die Grenze der einzelnen Formationen dagegen nicht mit den Umläufen der Spirale zusammen, so heissen sie **acyclisch** (Nymphaea). Bei den am häufigsten vorkommenden

Fig. 42. Diagramm eines Zweiges mit $^3/_8$-Stellung der Blätter. Die Radien I—VIII sind die Orthostichen des Sprosses.

cyclischen Blüthen bilden die Blattformationen wirkliche Quirle, die entweder superponirt oder alternirend sind. Alterniren die sämmtlichen und zugleich gleichzähligen Quirle einer cyclischen Blüthe, so heisst dieselbe eucyclisch (Lilium). Treten zwischen bereits angelegten Gliedern eines Quirles nachträglich noch neue gleichartige Glieder auf, ohne die Anordnung der schon vorhandenen zu stören, so heissen die eingeschobenen Glieder interponirte (z. B. die fünf jüngeren Staubgefässe zwischen den fünf älteren im zehngliederigen Staubblattquirle von Dictamnus). Von Verdoppelung (dedoublement) spricht man, wenn an Stelle eines Gliedes deren zwei auftreten, dagegen von Fehlschlagen (abortus), wenn Glieder eines Wirtels nicht zur Ausbildung gelangen.

178. Wie bei den Blättern, so wird auch in allen diesen Fällen die gegenseitige Stellung der Blüthentheile durch ein Diagramm ausgedrückt, in dem der äusserste Kreis dem Kelche, resp. Theilen desselben, der innerste den Fruchtblättern entspricht, ohne Unterschied, ob letztere einen ober- oder unterständigen Fruchtknoten bilden. Trägt man in ein solches Diagramm die Glieder so ein, wie sie sich wirklich in der Blüthe finden, so ist dasselbe ein empirisches Diagramm; dagegen wird es ein theoretisches, wenn auch abortirte Glieder, die sich aus der Entwickelungsgeschichte oder Vergleichung mit den Blüthen verwandter Pflanzen ergeben, durch besondere Zeichen (gewöhnlich Punkte) angedeutet sind.

179. Ferner berücksichtigt man die Stellung der einzelnen Blüthenglieder zur Axe des Muttersprosses, deren Lage ausserhalb des Diagrammes durch einen Punkt oder Kreis angegeben wird (Fig. 43). Eine Ebene, welche durch die Axe des Muttersprosses und die Blüthenaxe gleichzeitig gelegt gedacht wird, ist die Medianebene und die in sie fallenden Glieder der Blüthe sind median, die zu ihr rechtwinkelig liegenden lateral, die zwischen beide fallenden diagonal gestellt. Die der Mutteraxe zugekehrte Seite der Blüthe heisst die hintere, die derselben abgekehrte die vordere Seite der Blüthe.

180. Die Figur 43 giebt die diese Verhältnisse veranschaulichenden empirischen Diagramme zweier Blüthen, in A das Diagramm einer getrenntblätterigen (Cruciferen-), in B das einer sogenannten verwachsenblätterigen (Campanula-)Blüthe. In Figur A alterniren mit den beiden medianen Kelchblättern (k^1) die lateralen (k^2) des nächsten Wirtels. Die vier einen Quirl bildenden Blumenblätter (b) stehen diagonal und alterniren mit beiden Kelchblattkreisen. Die zwei kürzeren, lateral gestellten Staubgefässe (st^1) sind den inneren Kelchblättern (k^2) und den Fruchtblättern (f) opponirt, alterniren aber mit den Kronblättern; der innere Staubgefässkreis (st^2) zeigt mediane verdoppelte Staubgefässe, im Ganzen demnach vier. Die beiden den zweifächerigen Fruchtknoten bildenden lateralen Fruchtblätter (f) bilden den Schluss des Blüthendiagramms, dessen Glieder ausserdem durch ihre verschiedene Querschnittsform noch mehr hervorgehoben wurden.

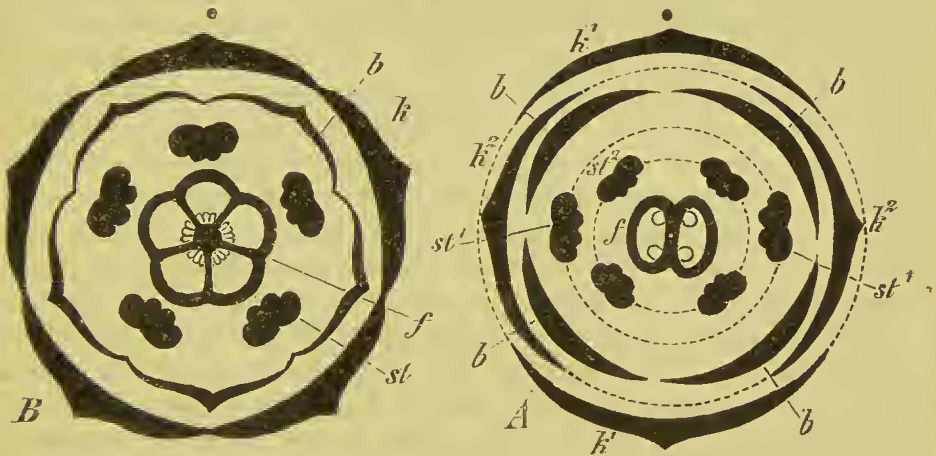
181. Figur B erklärt sich nach dem Gesagten von selbst. Die Zahl der Kelch- und Kronlappen ist durch entsprechende Vorsprünge, der Kreise veranschaulicht. Die fünf Fruchtblätter alterniren mit den Lappen der Blumenkrone, sind daher den Staubblättern opponirt.

In Figur 43 B treten ferner die Blüthentheile in vier, in Fig. A in sechs Kreise geordnet auf; B stellt eine tetracyclische, A eine hexacyclische Blüthe dar. Ausserdem sind in A die Kelchblattkreise zweigliederig oder dimer, der Kronblattkreis ist viergliederig oder tetramer u. s. w., während in B alle Kreise fünfgliederig oder pentamer sind; die Campanula-Blüthe würde also nach diesen Verhältnissen kurz als eine tetracyclisch-pentamere bezeichnet werden können.

Weiteres über die Stellungsverhältnisse der Blüthenglieder ist in dem die angiospermen Phanerogamen behandelnden Abschnitte nachzusehen.

182. Die am häufigsten vorkommenden Blattstellungen: $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$, $^{21}/_{55}$ .... scheinen ein Naturgesetz in ihren Divergenzen auszudrücken, indem die jedesmaligen Zähler und Nenner des Bruches zweier unmittelbar auf einander folgenden Divergenzen addirt

Fig. 43.



wieder Zähler und Nenner der nächst höheren Divergenz geben, also z. B. $\frac{2+3}{5+8} = \frac{5}{13}$ u. s. w. Allein eine grosse Anzahl von Blattstellungen lässt sich durchaus nicht in dieses Schema einreihen. Einmal ist bei einer Anzahl von Pflanzen die Divergenz zwar für eine gewisse Strecke der Axe constant, für eine andere ebenso constant, in beiden Regionen unter sich verglichen jedoch ungleich (z. B. bei Euphorbia helioscopia). Bei manchen Arten der Gattung Aloë stehen die untersten Blätter in zwei gegenüberstehenden Reihen, während sie von einem gewissen Blatte an allmählich in eine Spiralstellung übergehen. In anderen Fällen (Fritillaria) wechseln die Divergenzen sprungweise und unregelmässig, so dass die Blätter ungeordnet am Stengel stehen und keine Orthostichen erkennen lassen. In noch anderen

Fig. 43. A Diagramm der Cruciferenblüthe; k^1 äusseres und k^2 inneres Kelchblattpaar; *b* Blumenblätter; st^1 die zwei Staubgefässe des äusseren und st^2 die vier des inneren Kreises; *f* der zweifächerige Fruchtknoten mit einigen im Querschnitte der Fächer sichtbaren Samenknospen. — B Diagramm der fünfgliederigen Blüthe von Campanula; *k* Kelch, *b* Blumenkrone, *st* Staubgefässe, *f* Fruchtknoten. Der Punkt über den Figuren giebt die Lage der Axe des Muttersprosses an.

Fällen ist die Construction einer genetischen Spirale unmöglich, sei es, dass die Blätter gleichzeitig im Quirle entstehen (die meisten Blüthen), oder dass sie bei ungleichzeitiger Anlage im Wirtel von einem Punkte aus nach rechts und links fortschreiten (Characeen, Blüthe von Reseda), so dass der die Reihenfolge angebende Weg um die Axe eine Zickzacklinie wäre, oder dass sie bei kriechenden Stämmen (Marsilia) nur auf der Rückenseite entwickelt werden, also auch durch eine solche Linie sich verbinden lassen, welche die Bauchseite der Axe nicht berührt. Ganz ohne Bedeutung ist ferner die Construction der Grundspirale dann, wenn die Divergenz $^1/_2$ ist, wenn also die Glieder in zwei einander gegenüber stehenden Reihen auftreten (Blätter bei Gräsern), man also sowohl nach rechts, als nach links die aufsteigende Spirale beschreiben kann.

183. Bei vielen Abweichungen in der Blattstellung sind gewisse Wachsthumserscheinungen die Ursache. Die Divergenz kann dadurch geändert werden, dass die Axe auf einer Seite stärker in die Dicke wächst, als auf der entgegengesetzten. Stehen die Blätter eines Sprosses bei ihrer Anlage sehr dicht neben und über einander und wächst der Spross verhältnissmässig weniger schnell in Länge und Umfang, als die rasch sich weiter entwickelnden Blattanlagen, so kann ein Druck parallel (longitudinaler Druck) oder senkrecht (transversaler Druck) zur Axe des Sprosses mehr oder minder bedeutende Verschiebungen hervorrufen, welche die spätere Stellung der Blätter demnach anders erscheinen lassen, als sie es der Anlage nach ist. Die Form des Querschnittes der betreffenden Blattanlagen spielt dabei eine weitere, oft nicht unwesentliche Rolle. Wieder in anderen Fällen sind Drehungen der Axe die Ursache der im Laufe der Entwickelung sich ändernden Blattstellung, wie am Stamme von Pandanus utilis, dessen jüngste Blätter in drei geraden Reihen nach der Divergenz $^1/_3$ stehen, während die drei Orthostichen an älteren Stammtheilen in drei Spiralen übergehen.

Das über die Blattstellung Gesagte gilt im Allgemeinen auch für die Verzweigungen der Axe, giebt aber auch hier zu erkennen, dass die Natur sich nicht immer in mathematische Formeln zwängen lässt.

5. Die Trichome.

184. Als Haare oder Trichome im engeren Sinne des Wortes bezeichnet man alle von einer oder mehreren Epidermiszellen ihren Ursprung nehmenden Auswüchse der Blätter, des Stammes und der Wurzel, mögen sie eine noch so verschiedene physiologische Bedeutung für die Pflanze haben. Es sind daher vom morphologischen Standpunkte aus die Sporangien der Farne, die Antheridien und Brutknospen oder Brutzellen vieler Muscineen, die Stacheln der Brombeeren (z. B. von Rubus Idaeus) u. s. w. eben so gut Haare, wie die in §§ 86 und 88 beschriebenen und in Fig. 18 daselbst abgebildeten Formen.

In anderen Fällen ist das Haar seiner Anlage nach zwar Epidermisbildung, allein es betheiligt sich später an dessen Aufbau auch das Periblem und endlich geht auch die Anlage haarartiger Organe vom Periblem allein aus und es treten dann oft sogar Fibrovasalstränge in dieselben ein. Solche Periblembildungen werden gewöhnlich als Emergenzen von den

eigentlichen Haaren unterschieden. Sie lassen gleichzeitig erkennen, dass genaue Grenzen auch hier, wie zwischen den anderen Gliedern der Pflanzen, nicht immer zu ziehen sind; trotzdem ist für die Feststellung scharfer Begriffe eine Unterscheidung derselben wie in anderen Fällen geboten.

185. Abgesehen von den gewöhnlichsten Haarformen, lassen sich die abweichend gebauten derselben im Zusammenhange mit den als Emergenzen bezeichneten trichomartigen Bildungen etwa in folgender Weise gruppiren:

a. Das Trichom ist nur Epidermisbildung: Stacheln von Rubus Idaeus und Rubus Hofmeisteri.

b. Die Anlage des Trichoms geht von der Epidermis aus; secundär betheiligt sich das Periblem.

α. Eine einzelne Epidermiszelle bildet die Haaranlage: Stacheln von Cucurbita Pepo, Cucumis sativus und Ecbalium agreste.

β. Die Bildung des Trichoms geht von mehreren Epidermiszellen aus: Warzen von Bunias, fächerförmige Haare auf den Blattrippen von Gunnera.

c. Das Periblem allein bildet den Ausgangspunkt der als Emergenzen bezeichneten trichomartigen Bildungen.

α. Diese enthalten keine Fibrovasalbündel: Stacheln von Gunnera scabra und Ribes grossularia, Warzen des Fruchtknotens von Euphorbia aspera, Stacheln und Köpfchenhaare von Rosa pimpinellifolia, Drüsen von Drosera, Bart der Corolle von Menyanthes.

β. Dieselben führen Fibrovasalstränge: Stacheln des Fruchtknotens von Aesculus und Datura, der Blattzipfel von Cirsium ciliatum und des Kelches von Agrimonia Eupatoria.

186. Die Haare (und Emergenzen) können auf allen Theilen der Pflanze angelegt werden, so lange deren Epidermis noch entwickelungsfähig ist. Sie entstehen gewöhnlich später, als die jüngsten Blätter, bei Utricularia jedoch schon am Vegetationskegel oberhalb der jüngsten Blattanlagen. Manchmal lassen sie eine bestimmte Anordnung wie bei den Blättern erkennen, wenn sie an noch im lebhaften Wachsthume begriffenen Organen auftreten (Spreuschuppen an den Stämmen mancher Farne, Sporangien der Hymenophyllaceen); in anderen Fällen sind sie dagegen unregelmässig gestellt.

Dritter Abschnitt.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze.

Physiologie.

1. Die Ernährung der Pflanze.

1. Die Nährstoffe und ihre Bedeutung.

187. Für das Wachsthum der Pflanze ist vor allen Dingen die Zufuhr von Nährstoffen nothwendig, aus denen mit Hülfe chemischer, in dem Pflanzenkörper sich vollziehender Processe die für die Grössenzunahme alter und die Entwickelung neuer Organe erforderlichen Baustoffe gewonnen werden können. Es ist ferner nöthig, dass diese Nährstoffe der Pflanze in einer Form geboten werden, in der sie möglichst rasch und leicht aufnehmbar und von den aufnehmenden Theilen weiter zu befördern sind, dass sie also im gasförmigen Zustande oder als Lösung zu diesen gelangen oder von diesen leicht gelöst werden.

188. Um zu erfahren, welche Stoffe der Pflanze als Nahrung dienen, kann man einmal die chemische Analyse benutzen, welche die Zahl der im Pflanzenkörper oder in einzelnen Theilen desselben vorkommenden Elemente und deren procentisches Verhältniss ermittelt. Man erfährt dann indessen nur, welche Elemente überhaupt aufgenommen werden, jedoch nicht, welche dieser Stoffe unbedingt nothwendig und welche entbehrlich sind. Dies zeigt erst das Experiment, das die Pflanze zwingt, in einem Boden (oder in einer Nährstofflösung) zu wachsen, dessen bestimmte chemische Zusammensetzung bekannt ist und dem man beliebig diese oder jene chemische Verbindung zusetzen oder entziehen kann. Erst durch derartige Versuche wird zugleich die physiologische Bedeutung jedes einzelnen Nährstoffes klar dargelegt.

189. Dass das Wasser für jede Pflanze unentbehrlich ist, zeigt schon der Umstand, dass es den grössten Theil des Lebensgewichtes derselben ausmacht und alle Gewebe durchtränkt (§§ 8, 19, 28 etc.). Seine Menge ist freilich für die einzelnen Theile der Pflanze je nach der Beschaffenheit des Gewebes der letzteren verschieden, beträgt aber bei krautartigen Gewächsen gewöhnlich zwischen 60—80, bei Wasserpflanzen und vielen fleischigen Pilzen sogar bis 95 Procent des Gesammtgewichtes. Das Wasser ist ferner das Lösungsmittel fast sämmtlicher Baustoffe der Pflanze und liefert solche selbst durch die Zersetzung in seine beiden Grundstoffe. Völlige Entziehung des Wassers führt den Tod der Pflanze herbei (§ 206).

Die nach Vertreibung sämmtlichen Wassers durch dauernde Erwärmung auf 100—110° C. gewonnene Trockensubstanz enthält die Elemente der organischen und anorganischen Bestandtheile, von denen erstere beim Verbrennen als Kohlensäure und Wasserdampf entweichen, letztere als die unverbrennlichen Aschenbestandtheile zurückbleiben.

a. Die Elemente der organischen Substanz.

190. Die organische Substanz der Pflanze besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Ausserdem enthält sie noch Schwefel, der aber in der Asche, an Basen derselben gebunden, zurückbleibt. Diese fünf Elemente, die in keiner Pflanze fehlen, sind die wichtigsten Nährstoffe, da sie die wesentlichsten Bestandtheile der Zelle, das Protoplasma (§ 8), die Cellulose (§ 19) etc. zusammensetzen.

Der Kohlenstoff, welcher etwa die Hälfte der Trockensubstanz ausmacht, wird allein durch die Zersetzung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft gewonnen (§ 200).

Der Wasserstoff stammt aus dem in den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzten Wasser (§ 189), ein kleiner Theil vielleicht auch aus von der Pflanze aufgenommenen Ammoniakverbindungen.

Den Sauerstoff nimmt die Pflanze zu einem Theile aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser, zum anderen aus Sauerstoffsalzen des Bodens.

Quellen des Stickstoffes, der ein wesentlicher Bestandtheil des Protoplasmas, der Alkaloide und des Asparagins ist, sind die Ammoniak- und salpetersauren Salze, für Parasiten, und Fäulnissbewohner vielleicht auch organische Stickstoffverbindungen. Der freie Stickstoff der Atmosphäre wird nicht aufgenommen.

Schwefel gelangt wohl meistens als schwefelsaurer Kalk in die Pflanze, in der er vorzüglich an der Zusammensetzung der Eiweisskörper theilnimmt. Er wird aus dem Gypse wahrscheinlich durch die in der Pflanze gebildete Oxalsäure frei, während der entstehende oxalsaure Kalk (§ 56) ungelöst in der Zelle zurückbleibt.

b. Die Elemente der anorganischen Substanz.

191. In der Pflanzenasche sind als wichtigste, nie fehlende Elemente enthalten: Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen und Phosphor (vergl. die Tabellen in §§ 198, 199). Dieselben sind, wie auch Wachsthumsversuche zeigen, unentbehrlich, namentlich Eisen und Kalium.

Welche Bedeutung das Eisen für die Entwickelung des Chlorophylls und mithin für die Assimilation hat, ist bereits im § 43 angedeutet worden. Aufgenommen wird es als Eisenchlorid oder schwefelsaures Eisenoxydul.

Das Kalium spielt ebenfalls, namentlich als Chlorkalium, in etwas geringerem Grade als salpetersaures Kali, bei der Assimilation eine bedeutende Rolle. Ohne dasselbe bildet sich im Chlorophyll keine Stärke, und bei alleiniger Zufuhr von phosphor- oder schwefelsaurem Kali wird die gebildete Stärke später nicht mehr in lösliche Produkte des Stoffwechsels übergeführt. Kalisalze finden sich ferner in an Zucker und Stärke reichen Organen (Runkelrüben, Kartoffeln) und scheinen sich bei der Bildung dieser Reservestoffe in irgend einer Weise zu betheiligen.

Phosphor (in Form phosphorsaurer Salze) kommt stets in Gesellschaft der Eiweisskörper, wie in der Asche der Samen vor.

Ueber die Beziehungen des Calcium und Magnesium zu irgend

welchen physiologischen Processen weiss man nichts Bestimmtes, doch sind sie zum Gedeihen der Pflanze, wie die Versuche beweisen, nothwendig; der Kalk dürfte als Neutralisationsmittel der giftigen Oxalsäure Beachtung verdienen (§ 56). Beide werden als phosphorsaure, salpetersaure und schwefelsaure Salze oder als Chloride aufgenommen.

192. In den meisten Pflanzenaschen finden sich ausser den im § 191 genannten Elementen noch Chlor, Natrium und Silicium.

Die Nothwendigkeit des Chlors für die Samenbildung ist bis jetzt nur für den Buchweizen nachgewiesen worden. Das Natrium ist ganz ohne Bedeutung, da man dasselbe ohne Schaden für das Gedeihen der Pflanze aus Nährstofflösungen fortlassen kann. Ebenso können sonst an Silicium reiche Pflanzen völlig normal in kieselsäurefreien Lösungen cultivirt werden, und die Kieselerdeeinlagerung (§ 36) findet auch unter gewöhnlichen Umständen in grösserem Maasse meistens erst mit zunehmendem Alter der Gewebe statt.

Brom und Jod finden sich nur in Meerespflanzen, namentlich Tangen, aus denen beide auch in grösserer Menge dargestellt werden. Ihre etwaige Rolle bei der Ernährung ist unbekannt.

Die seltener auftretenden Elemente: Mangan, Lithium, Kupfer, Zink, Aluminium, Kobalt, Nickel, Strontium und Barium werden in der Regel von der Pflanze nur dann aufgenommen, wenn sie vom Boden in reichlicher Menge geboten werden. Lithium findet sich z. B. in manchen Tabakarten, wird aber in grösserer Menge der Pflanze schädlich. Das Zink ist namentlich in der Asche von auf Galmeiboden wachsenden Pflanzen vertreten, wie dies z. B. in der Umgebung von Aachen der Fall ist. Hier erzeugt es sogar besondere Formen, wie Viola lutea Sm. var. calaminaria und Thlaspi alpestre L. var. calaminare. Auf das Vorkommen von Fluor schliesst man aus dem Vorhandensein desselben in der Zahnsubstanz pflanzenfressender Thiere.

2. Die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden.

193. Die im Inneren der Pflanze während des Wachsthums und der Neubildung von Organen stattfindenden chemischen Processe stören fortwährend das Gleichgewicht der in den Zellen vorhandenen Stoffe, um so mehr, je energischer dieselben vor sich gehen. So wie in irgend einer Zelle ein Nährstoff, z. B. phosphorsaurer Kalk, auch nur in geringer Menge verbraucht wird, wird diese Zelle als ein Anziehungscentrum zunächst auf die benachbarten Zellen wirken. Es werden sich von diesen aus Moleküle phosphorsauren Kalkes nach dem Verbrauchsorte hin bewegen, um das Diffusionsgleichgewicht wieder herzustellen. Dadurch wird aber in diesen Zellen im Verhältniss zu ihrer weiteren Umgebung das Gleichgewicht gestört; die Bewegung wird sich von ihnen aus weiter fortpflanzen und so in gleicher Weise immer mehr bis nach Orten hin, wo aus dem umgebenden Medium der Verbrauch an phosphorsaurem Kalke gedeckt werden kann. Die Bewegung wird aufhören, wenn das Diffusionsgleichgewicht wieder hergestellt ist. Da aber der phosphorsaure Kalk in der Pflanze nicht als

solcher bleibt, sondern seine Elemente durch die chemischen Processe in andere Verbindungen übergeführt werden, so unterliegt das moleculare Gleichgewicht fortwährenden Störungen und es ist dabei eine allmähliche stärkere Aufspeicherung z. B. der Phosphorsäure in der Pflanze, als sie im Wasser oder Boden der nächsten Umgebung geboten wird, nicht allein denkbar, sondern eine solche findet auch wirklich statt (vergl. die Tabellen in §§ 198, 199). Denn dieselbe Bewegung der Moleküle phosphorsauren Kalkes, die in Folge der Gleichgewichtsstörung in der Pflanze eintritt, wird auch im Wasser oder Boden hervorgerufen werden, wenn die aufnehmenden Organe der Pflanze dem Boden in ihrer unmittelbaren Nähe phosphorsauren Kalk entziehen; sie wird sich auch hier so lange centrifugal verbreiten, wird so lange Theilchen phosphorsauren Kalkes der Pflanze zuführen, bis diese ihren Bedarf gedeckt hat und wieder Gleichgewichtszustand herrscht.

194. Für die im Wasser untergetaucht wachsenden Pflanzen ist die ganze Oberfläche das aufnehmende Organ. Der Zellinhalt und das die Pflanze umgebende Wasser stehen durch Vermittelung der in den Zellmembranen befindlichen Imbibitionsflüssigkeit in unmittelbarer Verbindung. Die Bewegung der im Wasser gelösten Nährstoffe veranschaulicht sich daher hier in einfachster Weise, besonders wenn man von sehr einfach gebauten, einzelligen oder wenigzelligen Pflanzen ausgeht.

Anders ist es bei der Landpflanze. Der Boden ist verhältnissmässig wasserarm. Sein Wasser adhärirt in dünnen Schichten den einzelnen Bodenpartikelchen; seine zahlreichen, wenn auch kleinen Zwischenräume sind mit Luft gefüllt. Um das Wasser und die in ihm gelösten Salze aufnehmen zu können, müssen daher die Wurzeln der Landpflanzen in innige Berührung mit den Bodentheilchen treten, was durch Verwachsung der Wurzelhaare mit letzteren erreicht wird, wie die mikroskopische Untersuchung der Wurzeln beweist. Schon das vorsichtige Ausheben der Landpflanze aus dem Boden zeigt, dass, so weit Wurzelhaare die Wurzeln bedecken, Sandtheile die letzteren wie Hosen umgeben und ohne vielfache Verletzung der Wurzelhaare nicht zu entfernen sind.

Die mit den Bodentheilchen in Verbindung stehenden Haarzellen der Wurzeln wirken nun in derselben Weise, wie die Oberhautzellen untergetauchter Wasserpflanzen. Sie saugen mit dem Wasser die in diesem gelösten Salze auf und setzen dadurch das in seinem Gleichgewichte gestörte, capillar festgehaltene Bodenwasser in Bewegung.

195. Ein Theil der Nährstoffe des Bodens ist nun aber nicht im Wasser desselben gelöst, sondern im Boden absorbirt, als ein dünner Ueberzug auf den Bodentheilchen vorhanden, der selbst durch viel Wasser nicht abgespült wird. Es gilt dies besonders für phosphorsaure, Kali- und Ammoniak-Salze, die durch die Thätigkeit der mit den Bodenpartikelchen verwachsenen Wurzelhaare selbst gelöst werden müssen. Möglich wird dies durch die auch die Membranen durchtränkenden sauren Säfte der Wurzel, sowie durch die von letzterer ausgeschiedene Kohlensäure. Die lösende Kraft der Wurzel wird vorzüglich veranschaulicht, wenn man Pflanzen in Töpfen wachsen lässt, deren Boden blank polirte Platten von Marmor oder einem

anderen Kalkgestein enthalten, auf denen sich nach kurzer Zeit das Bild des Wurzelverlaufes in rauhen Linien einätzt. Auf blaues Lackmuspapier getupfte Wurzelschnittflächen zeigen das Vorhandensein saurer Säfte durch die Rothfärbung desselben.

196. Die im § 193 gegebene Deutung für die Wanderung der Nährstoff-Moleküle gilt natürlich nicht allein für das dort gebrauchte Beispiel des phosphorsauren Kalkes, sondern auch für alle anderen Nährstoffe. Ebenso ist es natürlich, dass der Verbrauch eines Nährstoffes nur die Bewegung von Molekülen dieses, nicht aber irgend eines anderen nach sich zieht. Wenn daher phosphorsaurer Kalk in einem Organe der Pflanze verarbeitet wird, bewegen sich darum noch nicht die Moleküle des schwefelsauren Kalkes dorthin. Letzteres tritt erst ein, wenn das betreffende Organ auch diese gebraucht und zersetzt. Von einer im Inneren des Pflanzenkörpers sich bewegenden Nährflüssigkeit, die alle oder fast alle Nährstoffe enthält, kann daher nur dann die Rede sein, wenn letztere auch gleichzeitig zur Verwerthung gelangen. Dabei wird aber immer noch die Geschwindigkeit der verschiedenen Moleküle eine verschieden rasche, sich nach der Grösse des jedesmaligen Bedarfes richtende sein.

197. Dieser Bedarf ist aber sowohl für die verschiedenen Nährstoffe, als auch für die einzelnen Entwickelungsperioden einer Pflanze und für verschiedene Pflanzenarten ein ungleicher. Daher erklärt es sich denn auch, dass einem Kulturboden durch eine Pflanze die einzelnen Nährstoffe in ungleichem Grade entzogen werden, dass bei mehrere Jahre dauernder Bebauung eines Feldes mit einer und derselben Kulturpflanze zuletzt dasselbe an einem bestimmten Nährstoffe so erschöpft wird, dass dieser durch zweckmässige Düngung ersetzt werden muss. Daraus erklärt sich ferner die Zweckmässigkeit des Fruchtwechsels auf unseren Aeckern, sowie die sehr ungleiche chemische Zusammensetzung der Asche von verschiedenen, auf demselben Boden gewachsenen Pflanzenarten.

198. Nachstehende Tabelle veranschaulicht einmal das verschiedene Nährstoffbedürfniss der Pflanze, dann auch das Verhältniss der Aschenbestandtheile zu den Salzlösungen des umgebenden Mediums (§ 193).

Das umgebende Wasser enthielt in 1000 Theilen		Die Pflanzenasche enthielt in 100 Theilen:		
		Chara foetida	Hottonia palustris	Stratiotes aloides
Kali	0,0054	0,49	8,34	30,82
Natron	—	0,18	3,18	1,21
Chlornatrium	0,0335	0,14	8,94	2,72
Eisenoxyd	Spur	0,04	1,82	0,38
Kalk	0,0533	54,73	21,29	10,73
Magnesia	0,0112	0,57	3,94	14,35
Phosphorsäure	0,0006	0,31	2,88	2,87
Schwefelsäure	0,0072	0,24	6,97	3,48
Kohlensäure	0,0506	42,60	21,29	30,37
Kieselsäure	Spur	0,70	18,64	1,81
100 Theile der Trockensubstanz enthielten an Asche		54,584	16,69	17,19

199. Dass selbst für nahe verwandte Arten die Zusammensetzung der Asche eine verschiedene sein kann, zeigt die folgende Tabelle, welche die Analyse von vier an der Westküste von Schottland am Ausflusse des Clyde gesammelten Fucus-Arten giebt.

In 100 Theilen Asche	Fucus digitatus	F. vesiculosus	F. nodosus	F. serratus
Kali	22,40	15,23	10,07	4,51
Natron	8,29	11,16	15,80	21,15
Kalk	11,86	9,78	12,80	16,36
Magnesia	7,44	7,16	10,93	12,66
Eisenoxyd	0,62	0,33	0,29	0,34
Chlornatrium	28,39	25,10	20,16	18,76
Jodnatrium	3,62	0,37	0,54	1,33
Schwefelsäure	13,26	28,16	26,69	21,06
Phosphorsäure	2,56	1,36	1,52	4,40
Kieselsäure	1,56	1,35	1,20	0,43
Aschenprocente überhaupt	20,4 %	16,39 %	16,19 %	15,63 %

3. Die Assimilation.

200. Dass der als Assimilation bezeichnete Vorgang der Zerlegung des Wassers und der Kohlensäure in ihre Elemente nur durch die Thätigkeit des Chlorophylls stattfindet, dass also chlorophyllfreie Pflanzen nicht zu assimiliren vermögen, wurde bereits im § 44 angedeutet. Dass nicht etwa der isolirte Chlorophyllfarbstoff, sondern nur das an das lebende Protoplasma gebundene Chlorophyll diesen Process eben unter Mitwirkung des Protoplasmas vollzieht, ist ferner sicher festgestellt: die entsprechenden chemischen Processe müssen sich zwischen den vom Chlorophyllfarbstoff durchdrungenen Molekülen des Protoplasmas abwickeln, wobei es ungewiss bleibt, ob das Chlorophyll während dieser Vorgänge selber chemische Veränderungen erleidet.

201. Welche chemischen Producte unmittelbare Folge der Kohlensäure- und Wasserzersetzung sind, indem die Elemente dieser beiden Verbindungen zu neuen Verbindungen zusammentreten, ist völlig unbekannt, da sich diese Vorgänge der directen Beobachtung entziehen und auch schwerlich die zuerst neugebildeten Körper sich mikrochemisch im Chlorophyll werden nachweisen lassen. Abgesehen von Behauptungen, welche die Oxalsäure als erstes Assimilationsproduct hinstellen und dann aus dieser unter weiterer Sauerstoffabgabe andere Säuren (Weinsäure etc.) und endlich Kohlehydrate entstehen lassen, lässt sich als erstes sichtbares und mikrochemisch nachweisbares Assimilationsproduct im Chlorophyll die Stärke (§ 44), in einzelnen Fällen auch Fett (§ 44), bei Allium Cepa Traubenzucker bezeichnen. Ebenso ist durch Untersuchungen nachgewiesen, dass bei der Bildung von Stärke durch Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers das der Kohlensäure entsprechende Quantum Sauerstoff (nach der Gleichung $12\,CO_2 + 10\,H_2O = C_{12}H_{20}O_{10} + O_{24}$) von den assimilirenden Organen wieder ausgeschieden wird, dass der Sauerstoffgehalt der Stärke dem Sauerstoffe des zersetzten Wassers entspricht.

202. Quelle der Kohlensäure ist für die untergetaucht lebenden Wasserpflanzen das Wasser (das ja stets eine gewisse Quantität dieses Gases absorbirt enthält), für die frei in die Luft ragenden Gewächse zum allergrössten Theile die Kohlensäure der Luft. In kohlensäurefreier Atmosphäre unter sonst günstigen Bedingungen cultivirte stärkelose Pflanzen erzeugen nicht die geringste Spur von Stärke (§ 206). Eine sehr geringe Menge von Kohlensäure wird allerdings auch mit dem aus dem Boden stammenden Wasser aufgenommen.

Im Inhalte der lebenden Zelle finden sich keine Gasbläschen. Es muss demnach von der aufgenommenen Kohlensäure und dem durch Zersetzung gewonnenen Sauerstoffe stets nur so viel in der Zellflüssigkeit absorbirt werden, als diese zu lösen vermag.

203. Die Assimilation und mit ihr die Stärkebildung findet nur unter dem Einflusse des Lichtes statt. In dem zuvor stärkefreien Chlorophyll von Spirogyra kann schon 5 Minuten, in den Blättern von Elodea $1^1/_2$ bis 2 Stunden nach eingetretener Besonnung Stärke nachgewiesen werden. Im diffusen Lichte sind Kohlensäurezersetzung und Stärkebildung weniger energisch; in diesem tritt bei Spirogyra erst nach 2 Stunden Stärke in nachweisbarer Menge auf. Im Halbdunkel cultivirte Kressepflanzen bildeten in langer Zeit weder Stärke, noch vermehrten dieselben ihre Trockensubstanz.

204. Bei den einfach gebauten Algen des Wassers tritt der ausgeschiedene Sauerstoff sofort in das umgebende Wasser. Aehnlich wird bei höher organisirten Wasserpflanzen ein Theil des Sauerstoffes von den peripherischen Zellen wohl direct an das Wasser abgegeben. Die inneren Zellen jedoch scheiden die grösste Menge des Sauerstoffes in die Intercellularräume aus, in denen dann das angesammelte Gas unter einem grösserem Drucke steht, so dass es durch im Stengel angebrachte Schnitt- oder Stichwunden sofort als dauernder Blasenstrom herausquillt, so lange die Pflanze im Lichte bleibt. Mit plötzlicher Verdunkelung derselben wird fast momentan der Blasenstrom unterbrochen; einzelne noch aufsteigende Blasen treten nur in Folge der Diffusion zwischen den Gasen des Wassers und den in der Pflanze eingeschlossenen auf. Uebrigens ist das ausgeschiedene Gas nie reiner Sauerstoff, sondern dieser enthält in Folge von Diffusionsvorgängen stets Stickstoff und etwas Kohlensäure beigemengt, um so weniger, je rascher die Sauerstoffausscheidung vor sich geht.

205. Wie bei directer Besonnung und diffusem Tageslichte, so ist auch in den verschieden brechbaren Strahlen des Spectrums die Assimilation eine ungleich starke. Im hellsten Gelb des Spectrums ist die Assimilation am energischesten; von hier aus nimmt sie beiderseits in den anderen Strahlen ab. Untersuchungen, welche die Zahl der in den einzelnen Spectralfarben in einer gewissen Zeit ausgeschiedenen Gasblasen als Maassstab nahmen, ergaben, die Zahl des hellsten Gelb gleich 100 gesetzt, folgende Reihe:

Roth,	Orange,	Gelb,	Grün,	Blau,	Indigo,	Violett.
25,4 —	63,0 —	100,0 —	37,2 —	22,1 —	13,5 —	7,1.

Die sogenannten dunkelen (ultrarothen) Wärmestrahlen und die sogenannten chemischen (ultravioletten) Strahlen bewirken keine Zersetzung der Kohlensäure. Fasst man die Assimilation als eine Function der Wellen-

länge der einzelnen Strahlen auf, so ergiebt sich nach den Zahlen dieser Reihe, dass nur solche Strahlen Assimilation bewirken, deren Wellenlänge zwischen 0,00076 und 0,00039 Millimetern liegt und dass die Strahlen von 0,00058—0,00059 Millimeter Wellenlänge (die etwa der Frauenhofer'schen Linie D im Gelb entsprechen) die grösste Intensität für die Assimilation besitzen.

206. Von Einfluss auf die Intensität der Assimilation ist auch die Wärme. Bei Hottonia palustris liegt das Minimum der zur Abscheidung von Gasblasen nöthigen Temperatur bei 2,2° R., das Optimum bei 25° R., das Temperaturmaximum bei 40—45°. Doch liegt für manche Pflanzen das Minimum wohl noch tiefer, bei Moosen vielleicht bei 0° oder noch etwas unter 0°.

Weiter ist der Kohlensäuregehalt der Luft (§ 202) von nicht unbedeutendem Einflusse auf die Stärke der Assimilation. Ein in gewöhnlicher Atmosphäre befindliches Blatt zersetzt wohl weniger Kohlensäure, als es zu zersetzen vermag, weil ihm die Gasdiffusion keine genügende Menge zuführt. Mit Zunahme des Kohlensäuregehaltes steigert sich die assimilirende Thätigkeit um so mehr, je grösser gleichzeitig die Lichtintensität ist (§ 203). Allerdings darf auch hier ein Optimum nicht wesentlich überschritten werden. Denn in einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure ist die Assimilation eine sehr geringe, die sich steigert, wenn der Gasdruck vermindert (die Lagerung der Kohlensäuremoleküle eine weniger dichte) wird, die sich noch mehr verringert, wenn der Druck über den einer Atmosphäre steigt. Es giebt somit einen gewissen procentischen optimalen Kohlensäuregehalt der Luft (d. h. unter gewöhnlichem Atmosphärendruck), eine gewisse partiäre Pressung (Lagerdichte der Moleküle) der Kohlensäure, bei welcher die Zersetzung der Kohlensäure am energischesten stattfindet, also auch die grösste Menge organischer Substanz von den assimilirenden Organen producirt wird.

Wassermenge des Bodens und Trockengewicht der Pflanze stehen in solcher Beziehung, dass letzteres bei 60% der wasserhaltenden Kraft am grössten ist.

Die Zersetzungsfähigkeit für Kohlensäure beginnt mit dem Ergrünen des jugendlichen Blattes, nimmt bis zur vollständigen Entfaltung desselben zu, bleibt dann längere Zeit constant und nimmt mit dem Alter des Blattes ab, um mit dem Absterben desselben ganz aufzuhören.

4. Der Stoffwechsel und die Stoffwanderung.

207. Die durch die Assimilation im chlorophyllhaltigen Protoplasma gebildeten Stoffe (in den meisten Fällen also die Stärke) unterliegen während des Wachsthums der Pflanze vielfachen chemischen Umwandlungen, die in ihrer Gesammtheit als Stoffwechsel bezeichnet werden. Diese Umwandlungen sind einmal dadurch geboten, dass die Assimilationsproducte des Chlorophylls nicht unmittelbar in der Form weiter verwendet werden können, in der sie entstehen, ein ander Mal dadurch, dass der Ort ihres Verbrauches von dem der Entstehung meistens weit entfernt liegt, dass sie also im gelösten Zustande, in dem sie allein transportabel sind, von Zelle zu

Zelle nach der Verbrauchsstätte wandern müssen. Stoffwechsel und Stoffwanderung stehen zu einander in inniger Beziehung.

208. Ausser den durch die Assimilation erzeugten organischen Stoffen (§ 201) sind alle anderen in der Pflanze vorkommenden organischen Körper Producte des Stoffwechsels. Je nachdem diese nun als Baumaterial für die Pflanze dienen oder keine weitere Verwendung im Lebensprocesse derselben finden, bezeichnet man dieselben im ersteren Falle als Baustoffe (Stärke, Zucker, Fett, Inulin, Eiweisskörper, Asparagin), im letzteren als Nebenproducte des Stoffwechsels (ätherische Oele, Harze, Gummi, Kautschuk, viele Pflanzensäuren und Alkaloide u. s. w.).

209. Welche chemischen Processe bei diesen Umwandlungen thätig sind, ist zur Zeit auch nicht einmal annähernd zu sagen. Es lässt sich nur auf Grund vielfacher Untersuchungen feststellen, dass Oel aus Stärke oder Zucker, Zucker aus Stärke und umgekehrt gebildet werden, dass Asparagin und Eiweisskörper in Wechselbeziehung stehen. Es lässt sich ferner noch nachweisen, dass (entgegen der Assimilation) der Stoffwechsel auch in chlorophyllfreien Zellen und im Finstern stattfindet, dass dabei Sauerstoff durch Athmung aufgenommen wird, die Trockensubstanz der Pflanze daher in Folge der Verbrennung eines Theiles zu Kohlensäure sich verringert, während die Assimilation dieselbe stetig vermehrt, so lange die Production an assimilirter Substanz grösser ist, als der mit Stoffwechsel und Athmung verbundene Gewichtsverlust.

210. Die Producte der Assimilation und des Stoffwechsels werden entweder während der Entwickelung der Pflanze sofort oder nach kurzer Zeit zum Auf- und Ausbau der verschiedensten Organe verwendet, oder sie werden gewissen Organen zugeführt und in diesen in bestimmter Form und grosser Menge aufgespeichert, um in einer späteren Vegetationsperiode als Baumaterial zu dienen. In letzterem Falle werden sie als Reservestoffe, die Behälter, in denen sie lagern, als Reservestoffbehälter bezeichnet. Als letztere dienen besonders die Samen, bei ausdauernden Kräutern und Stauden die Knollen, Zwiebeln und Rhizome, bei holzbildenden Pflanzen die Stämme. So enthalten die Knollen der Kartoffel und die Früchte unserer Getreidearten vorwiegend Stärke, die Georginenknollen Inulin, die Runkelrüben Rohrzucker, viele Samen fettes Oel und Stärke oder Fett und Eiweissstoffe oder Cellulose (Dattel) als Reservematerial.

211. Die Art des Stoffwechsels und der Stoffwanderung lässt sich am leichtesten an keimenden Samen verfolgen. Bei diesen sind die Reservestoffe entweder in den Keimblättern oder im Endosperm aufgespeichert. Im lufttrockenen Samen sind sie, abgesehen vom fetten Oele, in fester Form enthalten. Kommen Oel und Eiweisskörper in den Zellen vor, so sind letztere als Proteïnkörner (§ 16) vorhanden; wo dagegen Stärke auftritt, liegen die Eiweissstoffe als kleinkörnige Massen zwischen den Stärkekörnern (Fig. 9*a* und *d*, S. 24). Während der Quellung der Samen nach der Aussaat verflüssigen sich die Eiweissstoffe mehr oder weniger und mischen sich in ölhaltigen Samen mit dem Fette zu einer trüben Masse (§ 17).

212. Im ruhenden Samen der Lupine befindet sich fettes Oel als stickstofffreies Reservematerial. Noch bevor das Würzelchen die Samenschale

durchbricht, ist in diesem reichliche Bildung von Stärke eingetreten, die bald auch im hypokotylen Gliede und im Stiele der Keimblätter nachweisbar ist. Während das Würzelchen in die Länge wächst, verschwindet diese Stärke in demselben zum Theil wieder, da sie als Baustoff für die Zellwände verwendet wird; neben ihr tritt dann Traubenzucker (Glycose) auf, der sich aus der Stärke bildet und das Material für die Cellulose liefert. In den Keimblättern selbst findet sich zu jeder Zeit der Entwickelung nur wenig Stärke, sowie später Traubenzucker in stets nur geringer Menge, da ja derselbe fort und fort zu den wachsenden Organen sich hinbewegt. In der wachsenden Axe ist der Zucker von den Keimblattstielen an durch das hypokotyle Glied bis in die Wurzel durch Rinde und Mark zu verfolgen; erst in der Nähe der Wurzelspitze wird er spärlicher, in der Wurzelspitze selbst ist er wegen sofortigen Verbrauches nicht mehr nachweisbar. Ebenso nimmt auch die in der Umgebung der Gefässbündel vorkommende Stärke gegen die Wurzelspitze hin ab. Hat die Wurzel etwa 100 Millim. Länge erreicht, so streckt sich auch der jugendliche Stengel unter Entfaltung seiner Blattanlagen. Auch hier sind dann Stärke und Glycose in gleicher Weise, wie im hypokotylen Gliede und der Wurzel, bis kurz unterhalb des Alles verbrauchenden Vegetationskegels zu verfolgen. Von den Keimblättern aus bewegt sich nun der aus dem Fett entstandene Zucker sowohl nach aufwärts als nach unten in die Wurzel in annähernd gleicher Stärke, während vorher der Hauptstrom des Nährstoffes allein abwärts in die energischer wachsenden Theile unterhalb der Keimblätter ging.

213. Richtung und Intensität der Stoffwanderung werden demnach allein durch die Lage des Verbrauchsortes und die Grösse des Verbrauches an diesem bedingt. Die Wanderung der Bildungsstoffe in die austreibenden Knospen eines Baumes und die Rückwanderung der assimilirten Substanz aus den Blättern des entwickelten Zweiges durch diesen in den Reservestoffe ablagernden Stamm liefern hierzu ein vorzügliches Beispiel. Einen besonderen, im Holze aufsteigenden und einen ebenso besonderen, in der Rinde sich abwärts bewegenden Bildungssaft giebt es nicht. Auch für die ältere Pflanze in allen ihren Entwickelungsphasen gilt das gleiche, auch auf die von der Wurzel aus dem Boden aufgenommenen Stoffe sich beziehende Gesetz; wo am meisten verbraucht wird, dahin richtet sich auch die ausgiebigste Bewegung (vgl. § 193 u. folg.). Bei einjährigen Pflanzen entwickeln sich zuerst die vegetativen Organe am mächtigsten; dann nimmt die Ausbildung der Blüthen eine Menge von Baustoffen in Anspruch und endlich bedingt die Entwickelung der Frucht die Wanderung solcher, um namentlich Reservematerial aufspeichern zu können, während um dieselbe Zeit die assimilirenden Organe schon den Höhepunkt ihrer Thätigkeit überschritten haben. Beim Roggen hat die organische Substanz 15—20 Tage vor der Reife ihren Höhepunkt erreicht. Um diese Zeit wandert alles vorhandene organische und anorganische Bildungsmaterial in die Frucht. Die vegetativen Theile werden ärmer an Substanz, da die Stärke und verwandte Körper mit den stickstoffhaltigen Verbindungen aus Stengel und Blatt verschwinden und selbst die Chlorophyllkörner mehr oder weniger zerstört

werden, um mit einem Theile ihres Materiales an der Aufspeicherung der Reservestoffe in der Frucht Antheil zu nehmen.

Aehnliches geschieht bei perennirenden Pflanzen, deren oberirdische Organe jährlich absterben, bei der Ueberführung der Reservestoffe aus den oberirdischen Theilen in die unterirdischen Reservebehälter, ähnliches bei den Holzgewächsen vor dem Abwerfen der Blätter. Ein Rest von Bildungsmaterial bleibt freilich, abgesehen von den Membranen der Zellen, immer in den absterbenden Organen unverwerthet, mit diesen für die betreffende Pflanze zu Grunde gehend, zurück.

214. Mit dem stickstofffreien Baumateriale bewegen sich gleichzeitig auch die Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper in die zu ernährenden Organe, um hier an der Bildung des Zellenplasmas sich zu betheiligen. Bei der Lupine entsteht aus dem Eiweiss ein stickstoffhaltiger Körper, das Asparagin, welches an den Orten, wo der Zucker auftritt, dadurch nachweisbar ist, dass es durch absoluten Alkohol in Form grosser rhombischer Prismen ausgeschieden wird. Erst mit dem Verschwinden der letzten Eiweisskörper aus den Keimblättern, welches erst erfolgt, wenn das Fett aus ihnen bereits längere Zeit entleert ist, verschwindet auch das Asparagin aus der wachsenden Lupine, um von nun an nie wieder in derselben aufzutreten.

215. Wird eine keimende Lupine im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Atmosphäre gezogen, so dauert ihr Wachsthum nur so lange, als die stickstofffreien Reservestoffe in den Keimblättern reichen, da ja nach Verbrauch derselben keine Assimilation stattfinden kann, welche neue organische Substanz bildet (§§ 202, 203). Das Asparagin wird sogar in einem solchen Falle nicht verbraucht; denn eine unter den angegebenen Verhältnissen cultivirte Pflanze enthält nach dem Absterben diese Stickstoffverbindung noch in reichlicher Menge. Bei Tropaeolum, dessen Keimpflanzen ebenfalls Asparagin bilden, verschwindet dasselbe auch im Dunkeln, weil hier stickstofffreie und stickstoffhaltige Reservestoffe in einem solchen Mengenverhältnisse im Samen vorhanden sind, dass beide gleichzeitig aufgebraucht werden.

216. Für andere keimende Samen gilt das über Lupinus bezüglich der stickstofffreien Reservestoffe Gesagte in gleicher Weise, mögen die letzteren in Keimblättern oder im Endospermgewebe aufgespeichert sein. In den meisten Fällen ist nachweisbar Traubenzucker der transportirte Baustoff, dessen Leitung vorzüglich in den parenchymatischen Geweben erfolgt und der in der Nähe der Verbrauchsstätte stets spärlicher wird, an dieser selbst nicht mehr existirt. Das Auftreten transitorischer Stärke (§§ 49, 212) in Zellen, die auf Kosten dieser zunächst ein lebhaftes Wachsthum ausführen, ist ebenfalls eine häufige Erscheinung.

217. In endospermhaltigen Samen ist das Endosperm um so reicher an Reservestoffen, je kleiner der Embryo ist. Der Uebertritt der gelösten Baustoffe aus dem Endosperm findet dann mit Hülfe der dem letzteren dicht angeschmiegten Keimblätter statt, die sich dabei selber vergrössern und so mit dem Endosperm in dauernder Berührung bleiben, wie dies vorzüglich bei der keimenden Dattel beobachtet wird. In dieser bildet die

Cellulose der stark verdickten, hornartigen Zellwände das Reservematerial für die Ernährung des Keimpflänzchens, und diese Zellwände werden bis auf dünne Lamellen (der Intercellularsubstanz) gelöst. während der im Samen steckenbleibende Theil des Keimblattes mehr und mehr anschwillt, napfförmig wird und schliesslich den grössten Theil des Samens ausfüllt.

Dass hier und in anderen Fällen (§ 224) von den Keimblättern ein Stoff ausgeschieden wird, welcher die Lösung des Endosperms bewirkt, ist sehr wahrscheinlich, da die Resorption der Reservestoffe stets nur in der Nähe der Keimblätter erfolgt. Bestätigt wird eine derartige Annahme auch durch die Thatsache, dass bei Mirabilis Jalapa Ausscheidung eines diastatischen Fermentes durch die Samenlappen stattfindet, indem Stärke, die an Stelle des entfernten Endosperms in die nachenförmig zusammengefalteten Cotyledonen gebracht wird, Lösungsvorgänge zeigt. Auf der anderen Seite können aber Stoffmetamorphosen auch theilweise oder ganz unabhängig vom Embryo eingeleitet werden, so z. B. im Endosperm von Ricinus, das bei der Keimung ein ganz selbständiges Wachsthum zeigt und sogar dann, wenn es vom Embryo getrennt und feucht gehalten wird.

218. Auch für die Ueberführung der stickstofffreien Reservestoffe aus Knollen, Zwiebeln, Rhizomen und Stämmen nach den Verbrauchsstätten und die Art der Umwandlung derselben lässt sich ein ähnliches Bild, wie für die Keimung der Samen entwerfen. Dagegen verhält sich bezüglich des stickstoffhaltigen Materiales die Mehrzahl der Pflanzen anders, wie die Lupine und andere Papilionaceen. Wo man bei ihnen Asparagin kennt, ist dasselbe in zu geringer Menge vorhanden, um eine wesentliche Rolle spielen zu können und andere, die Stelle des Asparagins vertretende Stoffe, die aus den Reserve-Eiweisskörpern entstehen, sind zur Zeit mit Sicherheit nicht bekannt, da sich diese Verbindungen mit den uns zu Gebote stehenden mikrochemischen Methoden nicht nachweisen lassen.

219. Für den Transport stickstoffhaltiger (Eiweiss-) Körper muss in den meisten Fällen der Weichbast (§ 98e) als leitendes Gewebe betrachtet werden. Sind in ihm Eiweisskörper in genügend grösserer Menge enthalten, so lassen sie sich durch ihre Reaction gegen Kupfervitriol und Kali (§ 9) leicht nachweisen. Auch experimentell lässt sich die Rolle des Weichbastes beim Transport der stickstoffhaltigen Nährstoffe feststellen. Ringelt man Zweige (z. B. Weidenzweige) in ihrem unteren Theile bis auf das Holz und stellt sie darauf in Wasser, so treibt das obere Ende derselben nicht allein seine Knospen zu beblätterten Zweigen aus, sondern es entwickelt auch meist zahlreiche und kräftige Wurzeln, während das unter der Ringelung gelegene Stück des Zweiges zufällig vorhandene Knospen kümmerlich, Wurzeln nur in geringem Maasse oder gar nicht ausbildet. In diesem unteren Ende genügen offenbar die im Gewebe der (primären und secundären) Rinde, des Holzes und des Markes aufgespeicherten Stoffe zu irgend welchen bedeutenden Neubildungen nicht. Da aber nachgewiesen ist, dass stickstofffreie Reservestoffe auch durch Holz und Mark transportabel sind, diese also dem unteren Theile des geringelten Zweiges zugeleitet werden können, so muss hauptsächlich der Mangel stickstoffhaltiger Nahrung die Ursache der kümmerlichen Entwickelung des Zweigendes unter der

Ringelungsstelle sein. Noch deutlicher tritt dies bei Zweigen hervor, die (wie Oleander und manche Solaneen) auch auf der Innenseite der Fibrovasalstränge, dem Marke angrenzend, Weichbast führen. Bei diesen, sowie bei Pflanzen, welche im Markkörper noch Gefässbündel entwickeln (Piperaceen, Nyctagineen), sind auch nach der Ringelung des peripherischen Bastkörpers noch Communicationswege offen, welche dem unter der Ringelung gelegenen Zweigstücke mikrochemisch nachweisbare Eiweisskörper zuführen.

220. Allerdings werden neben Eiweissstoffen gleichzeitig im Weichbaste auch stickstofffreie Baustoffe transportirt, wie unter anderem das Vorkommen von Stärke in den Siebröhren (§§ 49, 98a) und der Durchtritt dieses Körpers durch die Siebplatten derselben beweist. Die Arbeitstheilung ist also bei der Stoffwanderung keine absolute, sondern eine relative, wie auch für das Grundgewebe die Wanderung des Asparagins (§ 214) neben Zucker bestätigt.

Ferner ist es fraglich, ob die Eiweisskörper bei ihrer fast völligen Unfähigkeit, Membranen zu passiren, als solche von Zelle zu Zelle wandern, oder ob sie vorher in diffusionsfähigere Stoffe umgewandelt werden. Dass letzteres wahrscheinlich ist, zeigt der Umstand, dass in den im § 219 erwähnten Fällen des Vorkommens markständiger Bastkörper oder vollständiger Fibrovasalstränge die von diesen geführten Eiweissstoffe, wenn sie plastisch wirken sollen, doch quer durch den Holzkörper diffundiren müssen, um an den Orten der Wurzelanlagen in der Rinde verwendbar zu sein. Dasselbe zeigen Weidenzweige mit schraubig geringelter Rinde, in der dann die oft durchschnittenen Siebröhren auch nur seitlich in Verbindung treten können, wenn sie den zahlreich zur Entwickelung kommenden Wurzeln stickstoffhaltiges Material zuführen sollen.

In manchen Pflanzen führen auch die Milchsaftbehälter (§ 106, 107) plastische, stickstoffhaltige und stickstofffreie Baumaterialien für die Pflanze mit sich, wenn auch die meisten Bestandtheile des Milchsaftes als Excrete zu betrachten sind. In abgeschnittenen und dann austreibenden Zweigen des Maulbeerbaumes wird der Milchsaft ärmer an Stoffen.

221. Was für die Fortbewegung der Reservestoffe der keimenden oder austreibenden Pflanze Gültigkeit hat, darf auch, wie schon hier und da angedeutet wurde, von den assimilirten, dem Stoffwechsel unterliegenden Baustoffen gesagt werden. Die im Chlorophyll unter dem Einflusse des Lichtes erzeugte Stärke wird bei Tag und Nacht in den löslichen Traubenzucker übergeführt und als solcher nach seinen Verbrauchsorten transportirt, an denen er weitere chemische Umwandelungen erfährt. Freilich geschieht die Lösung der Stärke nicht zu allen Zeiten mit gleicher Energie; bei starkem Verbrauche findet sie rascher statt, als bei schwächerem. Bei stark verminderter Assimilation oder gänzlichem Aufhören derselben verschwindet die Stärke vollständig aus den Chlorophyllkörnern, da im ersteren Falle die Production hinter dem Verbrauche zurückbleibt, im letzteren überhaupt ganz wegfällt. Wir sehen daher auch während der Nacht, in der eine ganze Reihe von Neubildungen vor sich gehen, die am Tage erzeugte Stärke mehr oder weniger vollständig aus dem Chlorophyll verschwinden,

während bei Beginn der Lichtwirkung (§ 203) solche wieder neu gebildet wird.

222. Bezüglich der Wanderung der durch den Stoffwechsel erzeugten löslichen Verbindungen gelten die bereits in §§ 193, 196 gegebenen Erörterungen. Wird beispielsweise an irgend einem Orte in der Pflanze, wie in der Wurzel der Runkelrübe, Traubenzucker (oder Glycose) in grösserer Menge verbraucht, so bewegt sich der in den assimilirenden Blättern aus der Stärke gebildete Zucker dorthin. Dadurch aber, dass in den Zellen der Runkelrübe die eingewanderte Glycose in Rohrzucker umgewandelt wird, die Glycoselösung also an Concentration sinkt, während in den Blättern durch stetig neu gebildete Glycose die Concentration der Lösung sich steigert, wird das moleculare Gleichgewicht der Lösung in der Pflanze gestört: die Rübe wirkt als Anziehungscentrum und veranlasst dauerndes Zuströmen von Traubenzucker unter fortwährender Umwandelung desselben in Rohrzucker, der mithin in stetig wachsender Menge aufgespeichert wird. Dasselbe gilt, wenn in dem Samen einer Pflanze Stärke, Fett oder Cellulose, in der Georginenknolle Inulin aus dem einwandernden Zucker gebildet wird.

223. Wie bei Keimpflanzen mit endospermhaltigen Samen die Reservenahrungsstoffe dem Endosperm durch die Keimblätter durch Aufsaugung entzogen werden, so müssen auch Schmarotzer und Fäulnissbewohner ihren Nährpflanzen oder den in Zersetzung begriffenen organischen Stoffen des Bodens bereits vorgebildete organische Verbindungen entnehmen. Die Parasiten besitzen zu diesem Zwecke Saugorgane (Saugwurzeln, Haustorien), welche in die Wirthpflanze eindringen und in dieser sich häufig vielfach verzweigen (Haustorien von Peronospora, Mycelium parasitischer Pilze, die sogenannten Rindenwurzeln von Viscum). Bei Cuscuta löst sich der in die Nährpflanze einwachsende Gewebekörper des Haustoriums sogar pinselartig in eine grössere oder geringere Anzahl von isolirt fortwachsenden Zellenfäden auf, die mit dem Mycelium eines Pilzes sich vergleichen lassen. Da der Anschluss der in die Wirthpflanze eingedrungenen Organe des Parasiten an die Gewebe der ersteren ein sehr inniger ist, so können natürlich die vom Wirthe assimilirten Stoffe, wenn sie von dem Schmarotzer gebraucht werden, auf dem Wege der Stoffwanderung in die aufnehmenden Organe des des letzteren ebenso leicht übergehen, wie z. B. die im Stamme erzeugten Nährstoffe in eine austreibende Knospe. Geringe Mengen von Chlorophyll, wie sie in den Orobanchen beobachtet werden, spielen bei der Ernährung keine wesentliche Rolle, wohingegen chlorophyllreiche Parasiten (Loranthaceen, Santalaceen, Rhinanthaceen), welche selber bedeutend assimiliren, der Hauptsache nach nur Wasser und die in diesem gelösten Mineralstoffe aus ihrer Wirthpflanze aufnehmen.

224. Von den auf sich zersetzender organischer Substanz wachsenden Humus-, Fäulnissbewohnern oder Saprophyten (vielen Pilzen, Neottia, Corallorrhiza etc.) werden wahrscheinlich, wie von den Keimlingen endospermhaltiger Samen (§ 217) Stoffe ausgeschieden, welche die im Humus u. s. w. befindlichen organischen Verbindungen zu lösen vermögen. Bei Saprophyten, denen Wurzeln ganz fehlen (Corallorrhiza), oder bei denen sie wenig entwickelt sind (Neottia), ist vielleicht die gesammte Körperoberfläche

für die Aufnahme von Nährstoffen geeignet, so lange diese Pflanzen noch ganz im Boden verborgen stecken. Dass einzelne saprophytisch lebende Phanerogamen etwas Chlorophyll besitzen (§ 44), kommt nicht in Betracht, da dasselbe zu wenig Kohlensäure zersetzt, um den ganzen Bedarf an organischen Stoffen zu decken. Bemerkenswerth ist ferner noch die Thatsache, dass viele Pilze ihre Entwickelung als Parasiten beginnen, um erst nach dem Absterben des von ihnen befallenen Wirthes als Saprophyten ihre höchste Entwickelungsstufe zu erreichen (viele Schlauchpilze), wie umgekehrt saprophytische Pilze gelegentlich auch als Parasiten leben können. Unter den Phanerogamen ist Monotropa in Buchenwäldern ein Saprophyt, während dieselbe Pflanze in Fichtenwäldern mittelst ihrer Haustorien auf den Fichtenwurzeln schmarotzt, nebenbei aber auch saprophytisch organische Stoffe aufnimmt, wenigstens so lange, ehe der aus dem sehr winzigen Samen zu erheblicher Grösse heranwachsende Wurzelstock sich auf den Fichtenwurzeln befestigt.

225. Eine Anzahl von verschiedenen Familien angehörigen Gewächsen hat als sogenannte fleischfressende oder insektenfressende (besser gesagt fleischverdauende) Pflanzen in neuerer Zeit Aufsehen erregt und eine Menge von Untersuchungen veranlasst.

Die Blätter von Drosera rotundifolia (Droseraceae) besitzen auf ihrer Oberfläche und am Rande eigenthümliche Drüsenhaare (Digestions-Drüsen), deren Grösse nach der Mitte zu abnimmt und deren vielzelliges Köpfchen fortwährend von einem kleberigen, neutral reagirenden Secrete überzogen ist, das kleine Insekten leicht festhält. Letztere finden durch Verstopfung ihrer Tracheen durch das Secret bald den Tod, die in ihrer Nähe befindlichen Drüsenhaare legen sich in Folge des Reizes über sie und die Bewegung (Resorptions-Bewegung) der Haare pflanzt sich von hier aus centrifugal fort, bis (oft erst nach vielen Stunden) sämmtliche Drüsenköpfchen über der Blattmitte zusammengeneigt sind. Das jetzt reichlicher ausfliessende und sauer werdende Secret löst alle Weichtheile des Insektes und die leere Chitinhaut bleibt allein übrig, die Haare begeben sich langsam in ihre ausgebreitete, reizempfängliche Stellung zurück, die Secretion hört während der dazu erforderlichen Zeit vorübergehend auf und das gänzliche Abtrocknen des Blattes beweist die vollständige Aufnahme der gelösten Insektentheile.

226. Die zur gleichen Familie gehörige Dionaea muscipula Nordamerika's schlägt, wenn ein Insekt die Blattoberseite reizt, die beiden klappenartigen Hälften der Blattspreite rasch nach oben zusammen, wobei die langen Stachelzähne des Randes wie die Finger zum Gebete gefalteter Hände ineinander greifen. Zahlreiche kleine Drüsenhaare der Oberseite scheiden dann erst ein die Lösung des Thieres wie bei Drosera bewirkendes Secret aus. Die im tropischen Asien heimischen Arten der Gattung Nepenthes (Nepenthaceae) secerniren aus Drüsen der Innenseite ihres kannenförmigen Blattes eine wässerige Flüssigkeit, welche im Stande ist, hineingefallene Thierchen zu lösen. Das kleberige Secret der Blätter von Pinguicula (Lentibulariaceae) besitzt gleichfalls verdauende Eigenschaften, u. s. w. (Utricularia, Aldrovanda, Saracenia). Aehnlich, wie die gefangenen Thiere,

werden in allen Fällen auch Stückchen Fleisch, Eiweiss etc., die mit den Ausscheidungen genannter Pflanzen in Berührung gebracht werden, gelöst.

227. Die Secrete der bis jetzt näher untersuchten fleischverdauenden Pflanzen wirken, so weit bekannt, wie der sauere Magensaft, resp. wie mit Säure versetztes Pepsin; wird ihre Säure neutralisirt, so hört die Wirkung auf und Stoffe, welche von saurer Pepsinlösung überhaupt nicht angegriffen werden, bleiben auch im Secrete der betreffenden Gewächse ungelöst zurück (Chitinhäute). Mit der Entstehung löslicher Peptone, in welche eiweisshaltige Stoffe durch Pepsin verwandelt werden, ist aber auch die Möglichkeit der Aufnahme in die Pflanze gegeben, wenn auch nicht behauptet werden kann, dass die speciell als Peptone bezeichneten Körper als solche in die Pflanzenzellen eintreten, da sie immerhin noch relativ schwer diosmirende Stoffe sind, während die Hautschicht des Plasmas nur für leicht diosmirende Krystalloide durchdringbar zu sein scheint. Ebenso lässt sich zur Zeit nicht endgültig entscheiden, ob das Ferment in dem Secrete fleischverdauender Pflanzen mit dem Pepsin des Magensaftes vollkommen identisch ist, und sich nicht sicher sagen, welche Säuren mit ihm im Secrete wirksam sind. So viel scheint indessen gewiss, dass nicht Salzsäure (wie im Magensafte), sondern eine organische Säure functionirt. Pepsin ist im Vereine mit Ameisensäure und Citronensäure in hohem Grade wirksam. Ameisensäure kommt im Secrete von Drosera und Dionaea vor, doch ist nicht nachgewiesen, ob im freien Zustande. Dass die Säure bei Drosera erst nach der Reizung (chemischer wie mechanischer) ausgeschieden wird, ist sicher; ebenso tritt sie bei Nepenthes und Pinguicula nur in Folge eines chemischen Reizes auf, während bei Drosophyllum (Droseraceae) das Secret immer stark sauer reagirt, bei Dionaea (wie wir § 226 sahen) Ferment und Säure zusammen erst nach Reizung secernirt werden.

228. An der möglichen Verarbeitung der in die Pflanze auf dem angedeuteten Wege aufgenommenen organischen Stoffe kann nicht gezweifelt werden. Zufuhr stickstoffhaltiger Verbindungen (nächst denen vielleicht noch die Gewinnung von Phosphorsäure aus den thierischen Körpern von Bedeutung sein könnte), wird hier vor allen Dingen ins Gewicht fallen. Auf der anderen Seite ist es jedoch auch gewiss, dass die betreffenden Pflanzen auch ohne Fleischkost vollkommen gut fortkommen, durch das Insektenfangen für die fleischfressenden Phanerogamen also nur eine facultative Nahrungsquelle geboten ist. Anders stellt sich das Verhältniss bei gewissen Pilzen, die nur auf den lebenden thierischen Organismus angewiesen sind, wie Entomophthora, Empusa, Cordiceps etc., deren Keimschläuche sich durch die Haut lebender Insekten oder deren Larven einen Weg bahnen, indem sie an der Berührungsstelle lösend auf dieselbe wirken, und die nun mit ihrem Mycelium das Innere des Thierkörpers durchwuchern und den Fettkörper desselben verzehren, in die Blutgefässe eindringen, diese Organe gründlich zerstörend. Dass die Fähigkeit, Eiweissstoffe zu verdauen, diesen Pilzen nicht mangelt, darf wohl als sicher angenommen werden; die energische Zersetzung von Eiweiss durch Bacterien ist bekannt.

2. Die Athmung.

229. Unter Athmung versteht man, wie bei den Thieren, so auch bei der Pflanze die Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre und die Verbrennung eines Theiles der organischen Substanz mit dem aufgenommenen Sauerstoffe zu Kohlensäure, welche von der athmenden Pflanze ausgehaucht wird. Gewiss werden dabei gleichzeitig auch kleine Mengen von Wasser gebildet.

Mit der Ernährung durch die Assimilation und den Stoffwechsel darf aber die Athmung, wie oft geschieht, nicht zusammengeworfen werden. Bei der Assimilation wird ja organische Substanz stetig gebildet und die vorhandene dadurch vermehrt, während durch Athmung im Gegentheile die organische Substanz der Pflanze eine Verminderung erleidet; die Assimilation ist ein Reductionsprocess, die Athmung ein Oxydationsprocess.

230. Bei der im Dunkel weilenden Pflanze (also im normalen Verlaufe des Nachts) findet nur Athmung, im Lichte (am Tage) Assimilation und Athmung gleichzeitig statt. Im letzteren Falle tritt dabei die Athmung gegenüber der Assimilation mehr zurück, so dass trotz oft bedeutender Verluste an organischem Material durch Verbrennung zu Kohlensäure dennoch der Ueberschuss an neu gebildeter organischer Substanz so bedeutend ist, dass eine stetige Zunahme des Trockengewichtes der Pflanze erfolgen kann. Wird dagegen eine Pflanze, z. B. ein keimender Same, unter Abschluss des Lichtes cultivirt, so tritt, da keine Zufuhr von Bildungsmaterial durch Assimilation erfolgt, in Folge allein stattfindender Athmung ein beträchtlicher Gewichtsverlust an Trockensubstanz und damit Stillstand im Wachsthum ein, bis endlich die Pflanze ganz zu Grunde geht.

231. Auf der anderen Seite ist aber die Sauerstoffathmung für die normale Entwickelung jeder Pflanze unbedingt nothwendig. Ohne dieselbe findet kein ausgiebiger Stoffwechsel statt, da auch durch sie fortwährend das chemische Gleichgewicht der Stoffe innerhalb der Gewebe gestört und in Folge dessen die innere Bewegung erhalten wird. Denn durch die Verbindung des Sauerstoffes mit einem Theile der organischen Substanz werden durch Zersetzung dieser chemische Aenderungen auch in anderen Theilen der Pflanze bewirkt, die zu Diffusionsströmungen führen, welche für den Austausch der Stoffe nöthig sind (§§ 193, 196, 222). Je energischer deshalb die Athmung vor sich geht, um so energischer ist auch der Stoffwechsel und umgekehrt. Man findet daher die kräftigste Athmung bei keimenden Samen, sich entfaltenden Blüthen und Knospen u. s. w. Wächst eine Pflanze in sauerstofffreier Atmosphäre, so findet kein Wachsthum statt und die Pflanze stirbt.

232. Die in Folge der Verbrennung organischer Substanz bei der Athmung frei werdende Wärme ist bei den allermeisten Pflanzen nicht wahrnehmbar, da durch die Wärmestrahlung in Folge bedeutender Flächenentwickelung, durch Transpiration und durch rasche Vertheilung der frei werdenden Wärme auf das die Gewebe massenhaft durchtränkende Wasser der Temperaturerhöhung der Pflanze Schranken gesetzt sind, abgesehen davon, dass die Athmung eben nur in besonderen Fällen eine sehr ergiebige ist.

In solchen Ausnahmefällen, wie sie Massen keimender Samen oder Früchte (z. B. der Gerste bei der Malzbereitung), sich entwickelnde Blüthenstände (z. B. von Compositen und namentlich solche der Aroideen) u. s. w. bieten, gelingt dann unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln auch der Nachweis einer oft bedeutenden Temperatursteigerung. In einer einzelnen Blüthe einer Nymphaea betrug diese 0,6°, in einer solchen vom Kürbis 0,8° C.; bei 100—200 keimenden Erbsen wurden 1,5°, in Blüthenkolben der Aroideen 4—5 und selbst 10° C. Selbsterwärmung beobachtet.

Die an einzelnen lebenden Pilzen, wie Agaricus olearius (Südeuropa), A. Gardneri (Brasilien), A. igneus (Amboina) und an dem früher als Rhizomorpha bezeichneten Mycelium des Agaricus melleus beobachtete Entwickelung eines hell phosphorescirenden, weissen, bläulichen oder grünlichen Lichtes hängt ebenfalls von der Athmung ab.

Auch die Bewegung des Plasmas, sowie die periodischen und Reiz-Bewegungen gewisser Organe (z. B. der Mimosenblätter) hören bei Entziehung des Sauerstoffes auf.

3. Die Bewegung des Wassers in der Pflanze.

233. Die in den folgenden Abschnitten einzeln in ihrem Verlaufe dargestellten Erscheinungen der Wasserbewegung stehen in der lebenden Pflanze in einem solchen Zusammenhange, dass nur das Zusammenwirken aller bei ihnen thätigen Kräfte im Stande ist, einen für das Leben der Pflanze genügenden Wasserstrom zu erzeugen.

1. Die langsame Bewegung des Wassers während des Wachsthums.

234. Dass bei den der Ernährung der Pflanze dienenden Vorgängen der Assimilation und des Stoffwechsels bedeutende Quantitäten von Wasser verbraucht werden, bedarf nach dem in den betreffenden Abschnitten Gesagten keiner weitläufigen Erörterung. Für die Assimilation muss das Wasser den zur Bildung der Kohlehydrate nöthigen Wasserstoff liefern, der auch in die Formel einer ganzen Reihe anderer chemischen Verbindungen eintritt. Wasser ist das Transportmittel der im Boden gelösten anorganischen Nährstoffe, sowie Lösungs- und Transportmittel der Producte des Stoffwechsels.

235. Die Geschwindigkeit und die Richtung der bei den genannten Vorgängen stattfindenden Wasserströmung ist daher auch von der Energie und dem Orte dieser Processe abhängig. Von den Verbrauchsstätten aus erstreckt sich die Anziehung auf frische, zur Verwendung kommende Wassertheilchen zunächst auf die angrenzenden Zellen oder Gewebe, von diesen auf weiter rückwärts liegende und so fort. Lässt man eine Zwiebel oder eine Kartoffel in feuchter Luft austreiben, so wird dabei die Wasserentziehung rückwärts sich nur bis auf die fleischigen Schuppenblätter der Zwiebel wie auf die Kartoffelknolle erstrecken und beide werden nicht allein in Folge des Verschwindens der Reservestoffe, sondern auch des Wasserverlustes wegen erschlaffen. Mit dem Verbrauche dieses Wassers wird der Trieb aber zu Grunde gehen. Pflanzt man dagegen die treibende Zwiebel oder Knolle in die Erde, so erstreckt sich mit beginnender Ent-

wickelung der Wurzeln die Wasserbewegung auch auf diese und von ihnen aus auf das im Boden befindliche Wasser (§ 194).

236. Gleichgewichtsstörung im Wassergehalte der verschiedenen Zellen ist auch hier die Ursache der Bewegung des Wassers von Zelle zu Zelle; bewirkt wird diese Störung durch die Imbibition der Membranen und des Protoplasmas mit Wasser, sowie durch die Anziehung des letzteren von Seite der in der Zelle gelösten und sich lösenden Stoffe. An der Fortbewegung selbst betheiligen sich sämmtliche Gewebe der Pflanze.

2. Die Transpiration.

237. Unter Transpiration versteht man die Verdunstung von Wasser aus den Geweben der Pflanze. Diese Verdunstung findet sowohl an der gesammten Oberfläche, als auch im Inneren der Pflanze statt. Im letzteren Falle sind es die Intercellularräume, welche den Wasserdampf aufnehmen und ihn durch die Spaltöffnungen der äusseren Atmosphäre zuführen.

Da der Zellinhalt der pflanzlichen Gewebe durch die umhüllende Membran geschützt ist, so wird zunächst die letztere bei der Verdunstung ihr Wasser abgeben. Sie wird aber dieses auf diosmotischem Wege auch sofort wieder aus dem ihr angrenzenden Plasma und durch dieses aus dem Zellsafte ergänzen, so dass dadurch auch der Zellinhalt in Mitleidenschaft gezogen wird.

238. Die Grösse der Verdunstung seitens der Pflanze hängt sowohl von dem Baue der letzteren, als auch von äusseren Bedingungen ab. Untergetaucht im Wasser vegetirende Pflanzen unterliegen natürlich der Verdunstung nicht. Organe, welche durch starke Kork- und Borkelagen geschützt sind, werden in Folge der physikalischen und chemischen Beschaffenheit dieser vor Verdunstung geschützt sein oder von derselben nur in geringem Maasse betroffen werden (Stämme unserer Bäume — das Experiment leicht an geschälter und ungeschälter Kartoffel zu machen). In gleichem Sinne wirken Cuticularbildungen. Sind dieselben von geringer Entwickelung, so beschränken sie die Transpiration nur wenig (Wurzeln; krautige, dünne Blätter); mächtige Ausbildung der Cuticula und cuticularisirten Schichten dagegen schützt in hohem Grade (immergrüne Blätter, Cactusstämme), um so mehr, wenn gleichzeitig bedeutende Wachsmengen den Membranen auf- oder eingelagert sind. Auf der anderen Seite wird die Verdunstung gesteigert durch Nichtcuticularisirung der Membranen und durch möglichst starke Flächenausbreitung der Organe, namentlich der Blätter, die durch Behaarung noch vergrössert wird.

239. Die in die Intercellularräume verdunstende Wassermenge wird um so ergiebiger sein, je weiter die Intercellularräume und je wasserreicher die angrenzenden Zellen sind. Der im Inneren der Pflanze ausgeschiedene Wasserdampf wird durch die Spaltöffnungen der Atmosphäre zugeführt. Bei Gewächsen mit starken Cuticularbildungen und Wachsablagerungen auf oder in denselben sind daher die Intercellulargänge mit den Spaltöffnungen die Hauptorgane der Transpiration, deren Grösse dann von der Weite der ersteren und Zahl der letzteren abhängig sein wird Indessen steigt auch bei anderen Pflanzen die Verdunstung mit der Zahl der auf einer bestimmten

Fläche befindlichen Spaltöffnungen; die Unterseite der Blätter verdunstet daher in der Regel mehr Wasser, als die Oberseite derselben in gleicher Zeit.

Für die Entleerung des Wasserdampfes aus den Intercellularräumen ist die Steigerung der Spannung desselben in diesen Organen, wie das Sinken der Dampfspannung ausserhalb der Pflanze maassgebend.

240. Unter den äusseren Bedingungen für die Transpiration spielt zuerst der Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine bedeutende Rolle, da (bei sonst gleichen Bedingungen) mit der Steigerung desselben die Menge des von der Pflanze verdunsteten Wassers sich verringert, mit dem Sinken des Wassergehaltes der Luft aber die Transpiration gesteigert wird. Im mit Wasserdampf gesättigten Raume ist die Verdunstung einer Pflanze fast Null. In einer sehr trockenen Atmosphäre tritt dagegen, falls nicht eine ausgiebige Wasserzufuhr nach den transpirirenden Organen hin stattfindet, in Folge der durch den bedeutenden Wasserverlust verminderten Turgescenz ein rasches Welken ein. Da von den Blättern einer Pflanze Wasser, welches deren Oberfläche (als Regen oder Thau) netzt, nicht oder in kaum bemerkenswerther Menge aufgenommen wird, so ist das rasche Straffwerden gewelkter Pflanzen nach einem Regen nur auf den höheren Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der die Transpiration vermindert, und auf die gesteigerte Wasserzuleitung aus dem Boden zurückzuführen.

Epiphytische Pflanzen nehmen ihren Bedarf daher auch nur aus demjenigen Wasser, welches als Regen und Thau ihre Wurzelhüllen (§ 89), etwaige Wundflächen und die Rinde, auf der sie wachsen, benetzt.

241. Von weiterem Einflusse auf die Grösse der Transpiration ist natürlich die Temperatur. Je höher dieselbe steigt, um so mehr wird auch die Verdunstung zunehmen, besonders, wenn gleichzeitig der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre sich verringert.

Ferner wirken stärkere Erschütterungen und Beugungen der Pflanzentheile, durch Wind oder andere Kräfte verursacht, steigernd auf die Transpiration, insofern durch sie die Intercellularräume stellenweise durch Pressung verengert werden, der eingeschlossene Wasserdampf aber in Folge dessen comprimirt und durch die Spaltöffnungen rasch ausgestossen wird. Je heftiger die Erschütterung ist, um so stärker werden die Störungen in der Dampfdichtigkeit sein. Da aber der ausgestossene Wasserdampf sofort durch trockene atmosphärische Luft ersetzt wird, welche durch die Spaltöffnungen in die Intercellularräume eindringt, so tragen derartige Erschütterungen wesentlich zur stetigen Erneuerung der inneren Atmosphäre der Pflanze bei.

Sehr leichte mechanische Erschütterungen vermindern die Transpiration ähnlich, wie die kurz dauernde Einwirkung von Inductionsströmen. Schliessung des Porus der Spaltöffnung, die in letzteren Fällen beobachtet wurde, ist vielleicht auch in den ersteren Ursache der Erscheinung.

242. Inwiefern das Licht einen Einfluss auf die Verdunstung ausübt, ist vielfach noch nicht sicher gestellt. Im Lichte öffnet sich der Porus der Spaltöffnungen stärker, als im Dunkeln, wo er mehr oder weniger geschlossen bleibt. Damit, sowie mit der gleichzeitig eintretenden Tem-

peraturerniedrigung und grösseren Luftfeuchtigkeit, scheint die geringere Verdunstung einer Pflanze während der Nacht in Beziehung zu stehen.

Auch die Beschaffenheit der Nährstofflösungen soll Einfluss auf die Transpiration ausüben. Verdünnte Säuren sollen dieselbe beschleunigen, verdünnte Alkalien sie hemmen, einfache Salzlösungen die Pflanze zu stärkerer Verdunstung veranlassen, als destillirtes Wasser, dagegen gemischte Nährstofflösungen dieselbe herabsetzen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwar das Wasser aus einer Salzlösung um so schwieriger verdunstet, je concentrirter diese ist, dass aber dabei die aus dem Zelleninhalte sich mit wieder verdunstendem Imbibitionswasser stets versorgenden Zellmembranen eine nicht unwesentliche Rolle spielen.

3. Die Wasserströmung im Holze.

243. Der durch die Transpiration stetig hervorgerufene Wasserverlust hat eine in der Pflanze stattfindende, nach Maassgabe der Verdunstung schwächere oder stärkere Wasserströmung zur Folge, deren Richtung, wie bei anderen derartigen Strömungen, nach der jeweiligen Stätte des stärksten Verbrauches geht. Während die durch die Ernährungsvorgänge hervorgerufene Wasserbewegung eine langsame und durch alle Gewebe gehende ist (§§ 235, 236), wird die durch die Verdunstung bedingte energischere Strömung nur im Holzkörper der Fibrovasalstränge beobachtet. Werden bei einem Baume die übrigen Gewebe mit Ausnahme des Holzes durch Ringelung und Ausbohrung unterbrochen, so übt eine derartige Verletzung keinen Einfluss auf den Wasserverlust der transpirirenden Theile desselben aus. Dazu kommt, dass mit dem zunehmenden Alter der Pflanze und mit dem Grade der Belaubung auch der Holzkörper an Stärke zunimmt und so der sich steigernden Transpiration genügt, während bei nicht verdunstenden Wasserpflanzen (Elodea etc.) der Holzkörper sehr wenig entwickelt wird, wobei natürlich auch die mechanische Leistung desselben (§ 102) in Anschlag gebracht werden muss.

Während bei Gefässkryptogamen und Monocotyledonen entsprechend der Anzahl der isolirten Gefässbündel mehr oder minder zahlreiche Strombahnen für das Wasser geschaffen werden, bewegt sich dieses im Stamme der Laub- und Nadelhölzer als ein einziger mächtiger Strom aufwärts, der sich allmählich in so viele Arme theilt, als Aeste vom Stamme abgehen, und dessen feinste Verzweigungen den letzten Gefässbündelausläufern in der Nervatur der Blätter entsprechen: das umgekehrte Bild eines reich entwickelten Flusssystemes.

244. Die Rückwirkung der verdunstenden Gewebe auf die zunächst gelegenen Wasserbahnen ist dieselbe, wie die bei der Ernährung stattfindende (§ 235). Sie erstreckt sich auch hier abwärts bis über die Wurzeln hinaus auf das im Boden vertheilte Wasser. Transpiration und Wasserströmung im Holze müssen daher auch im bestimmten Verhältnisse zu einander stehen. Wird mehr Wasser verdunstet, als von der Wurzel zugeführt wird, so tritt Welken der grünen Organe ein, das so lange dauert, bis Wasserzufuhr oder Feuchtigkeitsgehalt der Luft entsprechend gesteigert werden (§ 240). Es wird daher auch der Wasserstrom im Holze zu ver-

schiedenen Zeiten mit sehr ungleicher Energie auftreten, rascher bei völlig entwickelter Belaubung und stärkerer Transpiration, langsamer bei beginnender Entfaltung des Laubes und geminderter Verdunstung. Die Geschwindigkeit der Strömung selbst hat man dadurch zu bestimmen versucht, dass man Pflanzen Salzlösungen aufnehmen liess, deren Wasser dem Salze selbst bei der Bewegung nicht voraneilt und die sich spectralanalytisch in den zu bestimmter Zeit zerschnittenen Zweigstücken nachweisen lassen. Am geeignetsten hierfür erwies sich salpetersaures Lithium, dessen Steighöhe bei Versuchen mit verschiedenen Gewächsen zwischen 18,7 bis 206 Centim. per Stunde schwankte. Abgeschnittene Zweige, deren Resultate natürlich nicht so maassgebend sein können, wie die an unverletzten Pflanzen gewonnenen, ergaben für Philadelphus eine Geschwindigkeit von $4\frac{1}{2}$, für Amarantus von etwa 6, für Helianthus-Blattstiele von über 10 (bei vorheriger starker Insolation über 22) Meter in einer Stunde. Die Frage, ob bei gleichen Transpirationsbedingen und gleichem leitenden Querschnitte verschiedene Pflanzenarten eine verschiedene, ihnen specifisch eigenthümliche Geschwindigkeit der Saftbewegung haben, lässt sich mit Sicherheit bis jetzt nicht beantworten.

245. Da die der Wasserströmung dienenden Elemente der Fibrovasalstränge keinen Inhalt führen (§ 97), insofern zur Zeit der stärksten Transpiration selbst die neu angelegten Holzzellen und Gefässe diesen bereits zur Ausbildung ihrer Wände verbraucht haben, da ferner die Membranen der betreffenden Zellen selbst vielfach von Porencanälen durchbrochen sind, so müssen wir annehmen, dass nicht diosmotische Vorgänge zwischen den einzelnen Zellen Ursache der Bewegung sind. Diese muss vielmehr der Hauptsache nach eine in den Molecularinterstitien der Membran (§ 28) stattfindende Capillarbewegung sein, zu der sich allenfalls eine zweite capillare Strömung einer dünnen Wasserschicht entlang den Innenwänden der leitenden Zellen gesellt. Dass nicht die ganze Zellhöhlung, jedenfalls nicht zu allen Zeiten, als Capillarrohr ergiebig wirken kann, zeigt der Umstand, dass diese meistens nur Luft führt. Ist ferner zur Zeit grossen Wasserüberflusses (z. B. im Frühjahre bei beginnender Transpiration, nach anhaltendem Regen) Wasser in ihr vorhanden, so sind die capillaren Wassersäulen in der Regel von Luftsäulen unterbrochen, also in hohem Grade unbeweglich, wenn nicht auf den Stamm eine Temperaturerhöhung einwirkt, welche die Wassersäulen in den Holzzellen und Gefässen in Folge der Luftausdehnung in Bewegung setzt. (Bei kaltem Wetter abgeschnittene Aststücke lassen an dem einen Ende Wasser ausfliessen, wenn man das andere Ende erwärmt.)

Unterstützt wird die Annahme einer Capillarbewegung weiter dadurch, dass die Leitung des Wassers im Holzkörper in gewissen Fällen auch in der Richtung von oben nach unten, also umgekehrt wie gewöhnlich, erfolgen kann. Stellt man aus Zweigen ausgeschnittene Stücke mit ihrem der Zweigspitze entsprechenden Ende in Wasser, so werden eben so gut Wurzeln an letzterem entwickelt und die Knospen zum Austreiben gebracht, wie im normalen Falle. Der bei der Ernährung und bei unverletztem Zweigende geltend gemachte Einfluss ungleich concentrirter Lösungen auf diosmotische Bewegungen fällt hierfort.

246. Trocknet das Holz abgeschnittener Zweige bis zu einem gewissen Grade an der Schnittfläche aus und werden solche Zweige dann in Wasser gestellt, so ist das ausgetrocknete Ende derselben nicht mehr im Stande, den oberen Theilen des Zweiges das durch Verdunstung verloren gehende Wasser durch Aufsaugung zu ersetzen. Auch bei erst wenig verholzten jüngeren Zweigen ist verminderte Leitungsfähigkeit für Wasser die Ursache, weshalb solche Triebe, abgeschnitten und ins Wasser gesetzt, in der Regel dennoch bald welken. Die über der Schnittfläche gelegenen Gewebe entziehen der letzteren sofort eine zu grosse Menge Wasser, als dass diese durch einfache Berührung mit Wasser ersetzt würde. Einpressen von Wasser mittelst Quecksilbermanometer, oder unter Wasser erfolgende Anlage einer neuen Schnittfläche eine Strecke oberhalb der alten, stellt die alte Leitungsfähigkeit wieder her. Die Thatsache, dass trockenes Holz das Wasser ausserordentlich langsam einsaugt (trockenes Tannenholz bei einem Versuche z. B. nur 0,13 Millim. per Stunde und in seiner Längsrichtung), lässt sich befriedigend wohl dadurch erklären, dass das Wasser eine sehr grosse mechanische Arbeit zu leisten hat, indem es die dicht aneinander liegenden Moleküle erst auseinander drängen, ihre Cohäsion überwinden muss, während bei wasserdurchtränkten Membranen eine Verschiebung der Wassermoleküle ohne namhafte Widerstände, also mit grösserer Geschwindigkeit möglich ist.

Auch das Kernholz (§ 128) eines Stammes leitet das Wasser bedeutend schlechter, als der Splint, so dass bei Wegnahme des letzteren die Krone häufig bald vertrocknet.

4. Der Wurzeldruck.

247. Schneidet man den Stamm einer kräftig vegetirenden Pflanze (Sonnenrose, Georgine, Tabak, Birke, Ahorn, Weinstock) mit gut entwickeltem Wurzelsysteme eine kurze Strecke über dem Boden durch, so fliesst aus dem Wurzelstumpfe eine je nach der Pflanze mehr oder minder reiche Menge von Wasser aus, eine Erscheinung, die man an im Frühjahre abgeschnittenen Reben, Birken und dergl. Gewächsen als Blutung bezeichnet. In manchen Fällen hält die Kraft, mit der dieses geschieht, einem ziemlich bedeutenden Quecksilberdrucke (bei Urtica urens bis 283, beim Weinstock sogar bis 804 Millimeter) das Gleichgewicht.

248. Der Sitz dieser als Wurzeldruck bezeichneten Kraft ist in der Wurzel zu suchen, da ja Stamm und Blätter bei diesen Experimenten in Wegfall kommen. Man nimmt an, dass die das Wasser mit grosser endosmotischer Kraft aus dem Boden aufsaugenden und daher stark turgescirenden Zellen der Wurzeloberfläche dieses Wasser mit einer solchen Kraft in die weiter innen gelegenen Zellen hinein filtriren, dass der Filtrationswiderstand in den Zellwänden durch die endosmotische Kraft bedeutend überwunden wird, dass also durch die prall gefüllten und immer noch mehr aufsaugenden Parenchymzellen der Wurzel so viel Wasser in die Gefässe und Tracheïden des Holzes gepresst wird, als die ersteren aufnehmen.

Dieser Wurzeldruck kann bei abgeschnittenen Wurzelstöcken je nach

der Pflanze bis zu 10 Tagen dauern, das Volumen des ausgeflossenen Wassers das des Wurzelstockes bedeutend übertreffen.

249. Ueberwiegt bei Pflanzen von nicht zu bedeutender Höhe der Wurzeldruck die Transpiration, so ist er im Stande, Wasser in Tropfenform an den Spitzen der Blätter und den Zähnen des Blattrandes auszupressen. Die Erscheinung ist namentlich dann mit Leichtigkeit hervorzurufen, wenn man die geeigneten Pflanzen (Gräser, Aroideen etc.) bei genügendem Wassergehalte des Bodens unter Glasglocken wachsen lässt. Auch manche ein- oder wenigzellige Pflanzen (Penicillium, Mucor, unter höheren Pilzen Merulius) scheiden in Folge endosmotischer Spannung ihrer Zellen Wassertropfen an deren Oberfläche aus; bei ihnen wirken die im feuchten Substrate verbreiteten Myceliumzweige wie die Wurzel einer höher entwickelten Pflanze. Dagegen hängen die Ausscheidungen in den Nectarien mancher Blüthen (Fritillaria) und in den Kannen von Nepenthes (§ 226), wenn sie auch auf bedeutende endosmotische Kräfte in dem benachbarten Gewebe schliessen lassen, nicht mit dem Wurzeldrucke zusammen, da dieselben auch bei abgeschnittenen Zweigen stattfinden.

250. So lange die Transpiration einer Pflanze eine sehr bedeutende ist, existirt für sie der Wurzeldruck nicht; derselbe tritt erst in Thätigkeit, wenn die Verdunstung geringer wird, wird daher auch vorzüglich im Frühlinge bei eben erst eintretender oder noch schwacher Belaubung beobachtet.

Dass mit Steigerung der Temperatur und des Wassergehaltes im Boden auch die Menge des aus einem Wurzelstumpfe ausfliessenden Wassers sich mehrt, kann leicht beobachtet werden. Daneben scheint jedoch noch eine von diesen Ursachen unabhängige tägliche Periodicität des Wurzeldruckes zu existiren, die (ob mit Recht?) mit der Lichtwirkung in Zusammenhang gebracht wird, welcher die unversehrte Pflanze vor dem betreffenden Versuche ausgesetzt war.

251. Das durch den Wurzeldruck emporgetriebene Wasser enthält Mineralsalze aus dem Boden gelöst, dagegen meistens nur Spuren organischer Verbindungen. Letztere finden sich in diesem Wasser nur dann in bedeutenderer Menge, wenn es im Holze längere Zeit verweilte und aus den noch lebenden Zellen des Stammes solche Substanzen aufnehmen konnte, wie der aus verletzten Birken und Ahornen im Frühjahre ausfliessende zuckerhaltige Saft.

4. Die Bewegung der Gase in der Pflanze.

252. Die bei der Assimilation (§ 200) und Athmung (§ 229) in den Pflanzenkörper eintretenden und die bei diesen Processen ausgeschiedenen Gase sind in beständiger Bewegung begriffen, deren Energie von der Stärke der Assimilation und Athmung abhängt. Die Art der Bewegung selbst ist eine zweifache: Diffusionsbewegung und Massenbewegung in den Intercellularräumen.

Bei den niedersten Thallophyten, die nur aus einer oder verhältnissmässig wenigen Zellen bestehen und deren Zellen im letzteren Falle ohne

Intercellularräume aneinander schliessen, ist nur Diffusionsbewegung der Gase vorhanden. Eine einzellige Alge nimmt z. B. die ihr vom Wasser oder der Luft gebotene Kohlensäure durch die Molecularinterstitien ihrer Membran auf; die Kohlensäure dringt in die Zwischenräume der Plasma- und Chlorophyllmoleküle ein und wird zum Theil auch vom Zellsafte absorbirt. Sie unterliegt dabei im chlorophyllhaltigen Plasma der Zersetzung und der für die Pflanze überschüssig erzeugte Sauerstoff verlässt auf gleichem Wege die Zelle. Die fortwährende Zerlegung der Kohlensäure, das beständig wechselnde Absorptionsvermögen der verschiedenen Zellinhalte und der Membran für dieses Gas, das sich nach Temperatur und Luftdruck ändert, die daneben stattfindende Athmung und andere chemische Processe in der Zelle lassen aber nie den Gleichgewichtszustand zwischen den Gasen in derselben und deren Umgebung eintreten. Dass dabei in mehrzelligen Algen ein Gasaustausch auch zwischen den benachbarten Zellen stattfindet, dass er für die inneren Zellen stattfinden muss, wenn sie einen grösseren Zellenkörper darstellen, versteht sich von selbst. Ebenso ist es natürlich, dass für die nur der Athmung unterliegenden chlorophylllosen Pflanzen dieser Gruppe (z. B. Hefepilze, Mucor etc.) dieselben Gesetze für Eintritt des Sauerstoffes und Austritt der Kohlensäure gelten.

253. Bei den höher organisirten Gewächsen, deren Gewebe meistens von engeren und weiteren Intercellularräumen durchzogen wird, kommt zu der in und zwischen den einzelnen Zellen stattfindenden Diffusion noch eine Massenbewegung der Gase in den Intercellularräumen.

Bei untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen, denen die Spaltöffnungen fehlen, treten die von den assimilirenden und athmenden Geweben abgeschiedenen Gase nur zum Theil in das umgebende Wasser aus; sie gelangen zu einem grossen Theile in die weiten Luftgänge der Pflanze, in denen sie je nach Dichtigkeit (die von der Energie des chemischen Processes abhängt), Temperatur u. s. w. unter sehr verschiedenen Druckverhältnissen stehen. Bei einer lebhaft assimilirenden Elodea, in deren Luftgängen sich also Sauerstoff in bedeutender Menge ansammelt, tritt dieser als ein Blasenstrom bei Verletzung des Stengels aus (§ 204). Der am Tage von den Luftgängen einer solchen Pflanze gesammelte Sauerstoff wird Nachts wieder von den Geweben derselben aufgenommen; er dient neben dem von aussen stammenden Sauerstoffe der Athmung, und die dabei erzeugte, wieder zum Theil in die Intercellulargänge tretende Kohlensäure kann unter dem Einflusse des Lichtes abermals zur Assimilation verwendet werden. Dass neben Sauerstoff und Kohlensäure auch der mit der atmosphärischen Luft aufgenommene, aber in der Pflanze nicht zur Verwerthung kommende Stickstoff in den Hohlräumen derselben sich ansammelt, dass ferner die quantitative Zusammensetzung der eingeschlossenen Gase je nach der Energie der Athmung oder Assimilation Schwankungen unterliegt, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung.

254. Bei Landpflanzen sind die durch Membrandiffusion in die Gewebe aufgenommenen Gasmengen nach der jeweiligen Beschaffenheit der Epidermis oder der diese vertretenden Gewebe sehr verschieden. Je schwächer die Aussenwände der Oberhautzellen cuticularisirt sind (Wurzeln),

desto leichter diffundiren Kohlensäure und Sauerstoff durch die Molecularinterstitien derselben. Mit dem Grade der Cuticularisirung wird auch die Schwierigkeit für den Durchtritt von Gasen gesteigert. Kork- und Borkeschichten schliessen mit Ausnahme der durch die Lenticellen (§ 94) eingenommenen Stellen oder der vorhandenen Risse die Binnengewebe luftdicht von der Atmosphäre ab.

255. In allen diesen Fällen sorgen die Spaltöffnungen für den Gasaustausch. Diese sind daher um so zahlreicher vorhanden, je mehr die Membrandiffusion in den Hintergrund tritt; sie fehlen Organen, welche durch letztere allein ihren Bedarf decken können (Wurzeln). Bei mit Kork bedeckten Stämmen sind die luftführenden Elemente des Holzkörpers die Vermittler des Gasaustausches zwischen den inneren Geweben und den zu den Spaltöffnungen der Blätter führenden Intercellulargängen.

Für die von den assimilirenden und athmenden Geweben in die Intercellularräume ausgeschiedenen Gase gilt das von submersen Wasserpflanzen Gesagte (§ 253). Bei der Entleerung durch die Spaltöffnungen spielen Dichtigkeit des Gases in den Intercellulargängen und Erschütterungen durch den Wind dieselbe Rolle, wie bei der Circulation des Wasserdampfes (§ 241).

5. Das Wachsthum.

256. Die als Wachsthum bezeichnete Erscheinung äussert sich in einer bleibenden Volumenzunahme und theilweise auch Gestaltveränderung der einzelnen Organe, die zwar schliesslich auf die Einlagerung neuer Moleküle (§§ 27, 28) zurückgeführt werden kann, deren hauptsächlichste Bedingung also die Ernährung ist, — bei welcher aber so viele andere complicirte, zum grossen Theile noch gar nicht oder nur ungenügend aufgeklärte Lebensvorgänge mitwirken, dass eine auch nur einigermaassen befriedigende Darstellung der gesammten Mechanik des Wachsthums zur Zeit unmöglich ist. Es müssen daher die Einzelvorgänge einer genaueren Betrachtung unterzogen werden, wobei zunächst darauf hingewiesen werden mag, dass Ernährung und Wachsthum nicht immer an ein und dasselbe Organ gebunden sind: völlig ausgebildete Blätter z. B. assimiliren noch lange Zeit und unterliegen fortwährend dem Stoffwechsel und umgekehrt ist es unmöglich, dass ein nicht assimilirendes Blatt wächst.

Ebenso ist nicht jede Vergrösserung des Volumens eines Pflanzentheiles Wachsthum, wie die Quellung (z. B. eines Thallusstückes von Laminaria digitata) zeigt. Bei dieser wird durch Wasserverlust das Gewebestück wieder auf die frühere Grösse zurückgebracht, während die bei sonst günstigen Bedingungen durch Wasserzufuhr bewirkte Keimung und damit stattfindende Volumenzunahme eines Samens durch Wasserentziehung zwar gehemmt, aber nicht wieder rückgängig gemacht wird.

257. Nur wenn gewisse äussere und innere Bedingungen zusammenwirken, ist Wachsthum einer Pflanze oder eines Organes derselben möglich. Als äussere oder physikalische Bedingungen gelten die Anwesenheit aufnehmbarer Nährstoffe und von Wasser im Boden, sowie von Kohlensäure und Sauerstoff in der Atmosphäre; ferner die Wirkung von Wärme

und Licht, von Schwerkraft, Druck und Zug. Die inneren oder angeerbten (historischen) Bedingungen liegen in den gesammten von den Stammformen im Laufe der Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt überkommenen Organisationsverhältnissen der betreffenden Art, welche es mit sich bringen, dass jeder Pflanzentheil nur während einer bestimmten (Entwickelungs-) Periode wächst, dass während dieser Zeit Veränderungen in dem Organismus vor sich gehen, welche ein weiteres Wachsthum unmöglich machen und welche es endlich bedingen, dass ein Glied einer Pflanze eben in dieser oder jener Weise zu dieser oder jener bestimmten Form und nicht anders sich ausbildet. Diese inneren Bedingungen des Wachsthums entziehen sich unserer Forschung; man muss sie als etwas Gegebenes betrachten und sich mit der experimentellen Untersuchung der allein zugänglichen physikalischen Ursachen begnügen.

1. Eigenschaften wachsender Pflanzentheile.

258. Die organischen Bestandtheile der Zelle besitzen zunächst die Fähigkeit der Imbibition: sie vermögen Wasser oder wässerige Lösungen mit solcher Gewalt zwischen ihre Moleküle einzulagern, dass diese dadurch auseinander gedrängt werden, dass sich der Umfang des betreffenden Zellentheiles häufig unter Aenderung seiner Form vergrössert, neue Moleküle fester Substanz sich zwischen die alten einschieben können und endlich ein bestimmter Druck auf benachbarte Zellen ausgeübt wird. Umgekehrt wirkt auch Wasserverlust bestimmter Zellen häufig formändernd auf die Nachbargewebe ein. Derartige Formänderungen sind aber auch, bei sonst gleichen äusseren Einwirkungen, durch innere Ursachen bedingt und die durch sie hervorgerufenen Kräfte im Stande, oft bedeutende Widerstände zu überwinden.

259. Die für andere Körper geltenden allgemeinen Bestimmungen über Dehnbarkeit und Elasticität finden auch auf wachsende Pflanzentheile Anwendung. — In rasch wachsenden Organen, z. B. Internodien eines Zweiges, ist zunächst die Dehnbarkeit gegenüber der in den Hintergrund tretenden Elasticität eine überwiegende; sie nimmt mit dem Alter ab, während gleichzeitig die Elasticität sich steigert. Ein junges, 26 Mm. langes Internodium von Sambucus nigra konnte, ohne zu reissen, um 18 Procent gedehnt werden und behielt nach Aufhören der dehnenden Kraft eine bleibende Länge von 5,4 Procent über die ursprüngliche. Ein etwas älteres, 115 Mm. langes Internodium derselben Pflanze liess sich nur um 0,8 Procent dehnen und behielt diese Dehnung auch nicht bei. In den wachsenden und stark turgescirenden Sprossen findet sich das Maximum der Dehnbarkeit — und auch der Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit — nahe unter der Endknospe und nimmt von dort aus nach der Basis, also mit zunehmendem Alter des Sprosses, ab.

260. Die Biegungselasticität verhielt sich bei einem jungen, 5,8 Mm. dicken und 47,5 Mm. langen Internodium des Weinstockes so, dass dasselbe, auf den Krümmungsradius von 2 Cmtr. gebogen, nach Aufhören der Biegung auf den Krümmungsradius von 4 Cmtr. zurückging. Die bleibende Biegung ist dabei mit einer bleibenden Verkürzung der concaven, einer

bleibenden Verlängerung der convexen Seite verbunden; bei einem 199 Mm. langen und 7,5 Mm. dicken Internodium von Ligularia macrophylla betrug diese Verkürzung der concaven 3,5, die Verlängerung der convexen Seite 4 Millimeter. Wiederholt entgegengesetzte Biegungen wachsender Internodien lassen immer geringere Krümmungen zurück.

Bei manchen Pflanzen werden die wenig elastischen jungen Blüthenstiele durch das Gewicht der Blüthe abwärts gebogen (nickende Blüthen, Fritillaria imperialis), um sich später bei gesteigerter Elasticität in festeren Geweben mit den Früchten wieder aufzurichten.

261. Die im § 260 erwähnten, in Folge geringer Elasticität an jungen, noch lebhaft wachsenden Internodien durch Biegung erzeugten bleibenden Krümmungen können auch durch kräftigen Schlag oder Stoss, oder durch Hin- und Herschütteln an abgeschnittenen, wie auch an noch mit der Pflanze in Verbindung stehenden Sprossen hervorgerufen werden. Die Erschütterung muss dabei von einem älteren, nicht mehr wachsenden Theile ausgehen, welcher derselben Widerstand entgegensetzt, ohne zu brechen. Ein kräftiger Stoss oder Schlag lässt die dem ausgebildeten Stücke des Sprosses ertheilte Bewegung wellenförmig nach oben fortschreiten. In Folge der unvollkommenen Elasticität geht nach Aufhören der Bewegung die Sprossspitze nicht unmittelbar wieder in die vertikale Lage zurück: sie bleibt gekrümmt, die Krümmungsebene liegt in der Ebene der Schwingungen, die Concavität der Krümmung nach der Seite, von welcher der Stoss erfolgte. Beim Schütteln fällt die Concavität der Krümmung auf die Seite, nach welcher hin die stärksten Schwingungen erfolgen.

Auch in diesen Fällen wird die concave Seite verkürzt, die convexe verlängert (§ 260). Beim späteren Wachsthum wird die (im Freien durch Windstösse hervorgerufene) Krümmung der Sprossspitze wieder ausgeglichen.

2. Die Gewebespannung.

262. Innerhalb der wachsenden Pflanze wird die Elasticität der verschiedenen Gewebe hauptsächlich durch Turgor, Imbibition und Volumen- und Gestaltsveränderung durch Wachsthum in Spannung versetzt.

Der Turgor wird durch den hydrostatischen Druck des Zelleninhaltes auf die Zellwand hervorgerufen: das von der Zelle aufgenommene Wasser vergrössert den Saftraum, der seinerseits die Haut so lange dehnt und straff spannt, bis die Elasticität derselben der endosmotischen Saugung das Gleichgewicht hält. Verschiedene Stellen der Zellwand können dabei, trotz Gleichheit des hydrostatischen Druckes an allen Punkten derselben, verschieden gedehnt, die Zellenform also geändert, das Wachsthum der Zelle durch Druck und Dehnung beeinflusst werden, wenn die Organisation der Zellwand dies gestattet. Dieses ist z. B. bei der Entstehung der Thyllen (§ 97 a) der Fall, bei welcher durch den hydrostatischen Druck die an einen Porus der Gefässwand grenzende Membranstelle einer benachbarten Parenchymzelle durch den Porus in das Gefäss hineingestülpt wird. Mit dem Wachsen des Turgors wächst gleichzeitig der Widerstand äusseren Kräften gegenüber.

Obgleich bei sehr bedeutendem Turgor ein Theil des Zellsaftes auch durch die Molecularinterstitien der Membran gepresst (filtrirt) wird (§ 249), können derartige Zellen gegenüber solchen, deren Wände von Porencanälen durchbohrt sind, doch als geschlossen betrachtet werden. Bei Anwesenheit von Porencanälen in der Membran ist von einem Turgor überhaupt nicht mehr die Rede.

263. Der Turgor ganzer Gewebe aus gleichartigen Zellen zeigt an diesen die der einzelnen Zelle entsprechenden Erscheinungen. Schneidet man aus einem wachsenden Internodium von Sambucus den Markcylinder heraus, so ist derselbe bis zu einem gewissen Grade biegsam und schlaff. In Wasser gelegt, wird er in Folge der starken Anfüllung aller seiner Zellen mit Wasser nach kurzer Zeit steif und dabei länger. Würde nur die eine Längsseite Wasser aufnehmen, so würde in Folge der Turgescenz dieser allein eine Krümmung des Markes eintreten, deren Concavität der kein Wasser aufnehmenden Seite entspräche.

Aehnlich, wie in letzterem Falle, verhalten sich mit einander verbundene Gewebe ungleichartiger Zellen, wenn sie in Folge ungleicher Wasseraufnahme verschiedene Turgescenz zeigen. Der Länge nach gespaltene jugendliche Stengel (z. B. von Taraxacum) krümmen sich im Wasser sehr stark, bis oft spiralig, weil die concav werdende Aussenfläche weniger turgescirt, als die Gewebe der Innenfläche (namentlich des Markes).

264. Bei dickwandigen Zellen und solchen, deren Membran mit Porencanälen versehen ist, bewirkt die Imbibition Spannungen um so kräftiger, je quellungsfähiger die Zellhäute sind. Umgekehrt hat natürlich auch Wasserverlust Spannungen zur Folge, die namentlich beim Aufspringen von Kapselfrüchten, Sporangien und Antheren thätig sind, wenn hier bei der Reife gewisse Gewebe durch Austrocknung sich krümmen oder zusammenziehen und dadurch zwischen ihnen gelegene zartere Gewebe zerreissen. Imbibition ist auch die Ursache der Bewegung der Grannen von Erodium (Hygrometer) und der Einrollung und Streckung der Aeste der Jerichorose (Anastatica hierochuntica), der Ausdehnung und Zusammenziehung des Holzes u. s. w.

Bei Schichten- oder Schalenbildung der Zellhaut sind die einzelnen Lamellen in der Regel ungleich imbibitionsfähig und daher auch gegenseitig gespannt. Sind die Innenschichten stärker, die Aussenschichten weniger quellbar, so krümmen sich erstere convex, letztere concav, wenn Stücke einer Zellhaut in Wasser gelegt werden. Nachfolgende Wasserentziehung (z. B. durch Glycerin) gleicht diese Krümmung wieder aus oder führt sie auch in die entgegengesetzte über, wenn jetzt die inneren Lamellen mehr Wasser verlieren, als die äusseren.

In unverletzten Zellen können Turgor und Schichtenspannung durch Imbibition gemeinsam wirken.

265. Turgor und Imbibition bereiten ferner das Wachsthum in der Weise vor, dass durch sie die Moleküle der organischen Substanz, z. B. der Zellhaut, auseinander geschoben werden und damit die Einlagerung neuer fester Moleküle organischer Substanz ermöglicht ist. Durch diese Einlagerung wird der frühere Spannungszustand der Zellwand (wegen Flächenver-

grösserung der Membran) vermindert. Sofort steigern sich aber Turgor und Imbibition, die Moleküle der Membran werden abermals auseinander gerückt, Einlagerung neuer Moleküle zum zweiten Male ermöglicht, zum zweiten Male die Spannung theilweise ausgeglichen. Man könnte also in diesem Falle das Wachsthum der Zellhaut als eine durch Einlagerung fester Substanz unterstützte fortwährende Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze derselben bezeichnen.

Dass derartige Vorgänge von der Natur der betreffenden Gewebe, von der Beschaffenheit der Nachbargewebe, von Druck und Zugwirkungen auf die Membran u. s. w. abhängig sind und durch das Zusammentreffen verschiedener solcher Umstände mannigfach modificirt werden können, versteht sich wohl von selbst; doch lässt sich zur Zeit noch kein genügender Einblick in derartige Verhältnisse thun.

266. Untersucht man an der Hand der kurz gegebenen Erläuterungen die Gewebspannung wachsender Pflanzentheile, als deren Beispiele Internodien von Stengeln gewählt werden mögen, so lässt sich zwischen Längs- und Querspannung unterscheiden.

Die Längsspannung, d. h. die Spannung parallel der Längsaxe des Stengels, zeigt sich sehr ausgeprägt, wenn man aus einem vorher gemessenen wachsenden, noch nicht verholzten Internodium eine das Mark umfassende Mittellamelle der Länge nach herausschneidet und dieselbe durch trennende Längsschnitte in ihre Gewebeschichten zerlegt. Diese isolirten Gewebe ergeben dann durch Messung, dass die Epidermis die geringste, das Mark die grösste Länge besitzt, dass sich das Verhältniss derselben durch die Formel

$$E < R < H < M > H > R > E$$

ausdrücken lässt, in welcher E die Epidermis, R primäre und secundäre Rinde, H das Holz und M das Mark bedeutet. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, dass die Länge des isolirten Markes die des unverletzten Internodiums übertrifft, die isolirten Schichten des jungen Holzes, der Rinde und Epidermis dagegen kürzer, als das ganze Internodium sind.

267. Als Beispiel mögen verschieden alte Internodien von Sambucus nigra in folgender Tabelle dienen:

Nummer des Internodiums vom jüngsten bis zum ältesten	Längenänderung der isolirten Gewebe in Procenten des ganzen Internodiums.		
	Rinde	Holz	Mark
I	— 2,6	— 2,6	+ 4,0
II	— 2,0	— 2,8	+ 5,5
III	— 1,5	— 0,0	+ 1,5
			(Sachs)

Aehnliche Verhältnisse zeigen Blattstiele.

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich, dass die einzelnen Gewebe gegen einander bedeutend gespannt sind. Das Mark, welches sich über die Länge des Internodiums auszudehnen strebt, aber durch die anderen Gewebe daran gehindert (zusammengepresst) wird, ist positiv oder activ

gespannt; Holz und Rinde (mit Epidermis) werden vom Marke negativ oder passiv gespannt, d. h. über ihre eigentliche Länge hinaus gedehnt.

268. Spaltet man die aus einem Internodium herausgeschnittene Lamelle so, dass der Schnitt senkrecht zu den ersten Schnittflächen das Mark halbirt, so zeigen sich die Spannungen der einzelnen Gewebe unmittelbar durch Krümmung des Stengelstückes. Das halb befreite Mark sucht sich entsprechend seiner activen Spannung zu strecken, Holz und Rinde verkürzen sich ihrer passiven Spannung gemäss: die Markseite der halben Lamelle wird convex und damit länger, die Rindenseite concav und verkürzt. An einem 69,5 Mm. langen, 6 Mm. dicken Internodium von Sylphium perfoliatum betrug nach Halbirung der ausgeschnittenen Lamelle der Krümmungsradius 4 Cm., die Verlängerung der convexen Markseite 9,3, die Verkürzung der concaven Rindenseite 2,8 Procent der Internodiumlänge.

Positive und negative Spannung herrschen aber auch in den Innen- und Aussenschichten desselben Gewebes. Isolirt man von der betreffenden Stengellamelle durch einen Längsschnitt die Rinde, so krümmt sich diese nach aussen concav, weil die Aussenseite sich verkürzt, die positiv gegen die Aussenseite gespannte Innenseite sich verlängert. Genau so verhält sich auch das Holz.

269. Aus der im § 267 gegebenen Tabelle ist ersichtlich, dass die Intensität der Längsspannung eines Internodiums durch das Alter desselben bestimmt wird, dass sie mit dem Alter desselben abnimmt, dass das Mark eine zuerst zu-, dann abnehmende Verlängerungsfähigkeit zeigt, die Dehnbarkeit der Rinde und Epidermis länger dauert, als die des Holzes. Ganz alte, ausgewachsene Internodien zeigen keine Längsspannung mehr. Ebenso ist im Vegetationskegel die Längsspannung nicht vorhanden, in den etwas älteren Theilen der Knospe dieselbe noch sehr wenig ausgeprägt.

270. Ursache der bedeutenden Längsspannung ist nach allen Untersuchungen ohne Zweifel das von Anfang an rascher in die Länge wachsende Mark. Dasselbe dehnt die langsamer wachsenden Schichten des Holzes, der Rinde und Epidermis so lange passiv, als die Beschaffenheit der Zellwände der letzteren dies gestattet, d. h. so lange dieselben noch nicht bedeutend verdickt und verholzt sind. Diese Dehnung ist um so beträchtlicher, je stärker die Membranen der Markzellen in Richtung der Fläche wachsen, namentlich in der Länge zunehmen. Gesteigert wird sie dabei noch durch die Fähigkeit des Markes, Wasser mit grosser Kraft und Geschwindigkeit aus den älteren Stengeltheilen aufzunehmen, dadurch also den Turgor seiner Zellen zu erhöhen, somit für sich selbst den Zustand herbeizuführen, der für das Flächenwachsthum seiner Membranen, mithin für Grössenzunahme seiner Zellen, der günstigste ist (§ 265), während es in Folge zunehmender Turgescenz die umgebenden Gewebe noch weiter zu dehnen vermag. Diese letzteren schützen endlich das Mark vor Verdunstung, während sie selber als oberflächlich gelegene Gewebe leichter und stärker transpiriren und dadurch weniger turgescent, also stärker dehnbar werden. Erst mit zunehmendem Alter der peripherischen Gewebe, also mit dem stärkeren Wachsthum derselben, der Verdickung und Verholzung ihrer

Membranen, besonders also mit der vollkommeneren Ausbildung des Holzkörpers, wird die Dehnung von Holz und Rinde durch das activ gespannte Mark immer schwächer. Dem Wachsthume des Markes werden grössere Hindernisse entgegengesetzt, die sein stärkeres Längenwachsthum einschränken, bis dieses mit völliger Entwickelung des Holzes und Bastes ganz aufhört, die Zellen des Markes ihren Turgor verlieren, Wasser an die Nachbargewebe abgeben und sich häufig mit Luft füllen.

271. Neben der Längsspannung ist im wachsenden Stamme auch eine Querspannung senkrecht zur Axe desselben vorhanden, die zum Theil durch die Längsspannung hervorgerufen wird, da die gedehnten Gewebe des Holzes und der Rinde nothwendiger Weise einen Druck auch in der Querrichtung auf das stärker wachsende Mark und umgekehrt dieses auf Rinde und Holz ausüben müssen. Zerreissen des Markes in Richtung der Längsaxe ist oft die Folge eines durch Querspannung erfolgenden Zuges, veranlasst durch in tangentialer Richtung stärker stattfindendes Wachsthum der peripherischen Gewebe.

272. Eine Hauptursache bedeutender Querspannung in älteren Stammtheilen ist aber das Dickenwachsthum des Stammes, vorzüglich des Holzes. Schlitzt man durch einen bis ins Mark gehenden Längsschnitt die Gewebe einer Zweigquerscheibe auf und löst sie vorsichtig schichtenweise ab, so ergiebt sich, dass z. B. beim Umlegen der abgetrennten Rinde um das Holz dieses von ersterer nicht mehr ganz bedeckt wird, dass zwischen den Schnitträndern der Rinde ein klaffender Spalt bleibt: der Rindenumfang ist kleiner, als der des Holzes. Aehnliches ergiebt sich für die anderen Gewebeschichten: es ist $E < R < B$ (Bast) $< H$. Es ist also jede innere Schicht gegen die zunächst äussere positiv, jede äussere gegen die nächst innere Schicht negativ gespannt; die innere Schicht wird von der äusseren in radiärer Richtung gedrückt, die äussere von der inneren Schicht in tangentialer Richtung gedehnt. Die mikroskopische Vergleichung dünner Querschnitte aus jungen und alten Internodien eines Zweiges zeigt die tangentiale Dehnung und gleichzeitig erfolgende Zusammenpressung der Rindengewebe durch das wachsende Holz sehr gut (§ 91, Fig. 20, 21), ebenso eine Vergleichung der Holzzellen eines Jahresringes den im Laufe des Sommers steigenden Radialdruck der peripherischen Gewebe auf die Holzzellen (§§ 127, 128 — Fig. 15 auf S. 36).

273. Unterstützt wird die durch das Dickenwachsthum hervorgerufene Querspannung durch die Imbibition namentlich der Holzzellenwände durch Wasser. Durch diese werden die Dimensionen des quellenden Holzes bedeutend erweitert, wobei die zartwandigen Cambiumzellen nur in Folge ihrer bedeutenden Turgescenz vor dem Drucke der inneren und äusseren Gewebemassen geschützt sind.

Hat die positive Querspannung des Holzes einen gewissen Grad erreicht, so wird endlich der oft sehr bedeutende Druck der in Spannung befindlichen Schichten der Rinde, des Korkes oder der Borke überwunden und diese Gewebe reissen mit Längsspalten auseinander, die namentlich bei langsam zu Grunde gehender Borke jährlich durch den Zuwachs neuen Holzes und Bastes erweitert und vertieft werden. Diese Erweiterung findet

besonders im Winter statt, zu welcher Zeit das Holz am wasserreichsten, die Quellung desselben also am bedeutendsten ist, Rinde und Borke dagegen am trockensten und stärksten zusammengezogen sind. Im Frühjahre dagegen beginnen Borke oder Rinde zu quellen, die Spannung zwischen ihnen und dem Holze wird vermindert und das Cambium kann seine Thätigkeit entwickeln. Die Querspannung wird dann im Laufe des Sommers abermals gesteigert, um im Herbste und Winter wieder ihr Maximum zu erreichen.

274. Längs- und Querspannung sind, abgesehen von der jährlichen Periodicität der letzteren (§ 273), einer täglichen Schwankung derart unterworfen, dass die Spannung vom Morgen bis zum Mittag oder zu den ersten Nachmittagsstunden abnimmt, um von da an bis zum Abend und während der Nacht zu steigen. Das Maximum der Spannung fällt in die frühen Morgenstunden. Die Ursache dieser Periodicität ist in der Abnahme des Wassergehaltes der Gewebe in Folge der sich steigernden Transpiration während des Tages und der darauf folgenden Vermehrung desselben durch verminderte Verdunstung in den Abendstunden und der Nacht zu suchen. Die Rinde unserer Bäume ist in der That während der Nacht wasserreicher, als am Tage, und mit dieser Wasserzunahme ist eine radiale Schwellung verbunden, so dass ein Baumstamm des Nachts einen nachweisbar grösseren Durchmesser, als am Tage hat, an dem sich jedoch das Holz nicht betheiligt. Das die nächtliche Schwellung der Rinde bedingende Wasser stammt aus dem Holze und die bewegende Kraft für die Wanderung des Wassers aus dem Holze in die Rinde ist wahrscheinlich die Wärme.

Die Querspannung ist ferner nicht in allen Höhen des Stammes, Astes etc. dieselbe. Sie nimmt von der Spitze des Stammes aus nach abwärts zu, erreicht in der Mitte desselben ihr Maximum und sinkt von da ab im unteren Stammtheile wieder, ohne jedoch hier ganz aufzuhören.

3. Die Periodicität des Längenwachsthums.

275. An jedem wachsenden Stengel und ebenso an jeder Wurzel kann man drei durch besondere Wachsthumseigenthümlichkeiten ausgezeichnete Regionen unterscheiden: den Vegetationskegel, in welchem vorwiegend Zellbildung, dagegen eine sehr unmerkliche Volumenzunahme der neu entstandenen Zellen stattfindet — eine Region unterhalb desselben, in welcher wenige oder keine Zellen mehr durch Theilung entstehen, dagegen die vorhandenen Zellen bedeutend, namentlich in die Länge, wachsen (Region der Streckung) — und endlich die älteren, ausgewachsenen Theile des betreffenden Organes. Zeigen die einzelnen Internodien eines Stengels die Eigenthümlichkeit, dass sie durch länger andauerndes intercalares Wachsthum an ihrem oberen Ende (Phaseolus) oder an ihrer Basis (Gramineen) ausgezeichnet sind, so sind auch hier die erwähnten Regionen zu unterscheiden; ein solches Internodium verhält sich wie das fortwachsende Ende eines Sprosses.

276. Die drei bezeichneten Regionen verhalten sich derart zu einander, dass jede Zone der stärksten Zelltheilung allmählich in das Stadium der Zellenstreckung und des dadurch hervorgerufenen stärksten Längenwachsthums des Organes eintritt und aus diesem eben so allmählich in das Sta-

dium vollendeten Längenwachsthums übergeht. Die Schnelligkeit, mit welcher dies geschieht, ist für die einzelnen Pflanzenarten verschieden, ausserdem auch von äusseren Einflüssen abhängig. Sind die letzteren constant oder nahezu constant, so zeigt sich aber, dass das Längenwachsthum jedes wachsenden Gliedes oder einer Zone desselben erst langsam beginnt, dann rascher wird, ein Maximum erreicht und sich wieder verlangsamt, um endlich ganz still zu stehen. Diese Periodicität des Wachsthums wird, um sie von periodischen Schwankungen innerhalb kürzerer Zeiten (z. B. eines Tages) zu unterscheiden, als die grosse Periode bezeichnet. Dieselbe tritt selbst dann noch hervor, wenn andere Bedingungen, z. B. der Gang der Temperatur, ihr entgegen wirken. So ergab ein ganzes Internodium des Hopfens als Längenzuwachs:

	Verlängerung in 24 Stunden um	Mitteltemperatur des Tages
1. Tag	19,0 Mm.	14,9° C.
2. -	25,0 -	14,5
3. -	26,0 -	14,3
4. -	17,2 -	13,9
5. -	4,8 -	14,1 (Sachs).

277. Theilt man bei gewissen Pflanzen ein solches Internodium durch Tuschestriche in Querzonen von gleicher Höhe, oder markirt man solche Zonen an einer wachsenden Wurzel von der Spitze ab rückwärts, so ergiebt sich bei Beobachtung des Wachsthums, dass jede der markirten Regionen zu einer bestimmten Zeit einer der im § 275 bezeichneten Wachsthumszonen entspricht: dass die dem Vegetationspunkte zunächst gelegene Zone erst zu wachsen anfängt, wenn eine folgende bereits im raschen Wachsthume begriffen ist, eine dritte oder vierte das Maximum desselben erreicht hat, noch weiter rückwärts gelegene Zonen geringe und schliesslich die vom Vegetationspunkte entferntesten keine Zunahme mehr zeigen, wie folgende Tabelle beweist.

Phaseolus multiflorus; erstes Internodium in 12 Querzonen von je 3,5 Millim. Höhe getheilt.		Keimwurzel von Vicia Faba, von der Vegetationsspitze aus rückwärts in Querzonen von 1 Mm. Höhe getheilt.	
No. der Querzone	Zuwachs in 40 Stunden	No. der Querzone	Zuwachs in 24 Stunden
Oben I	2,0 Mm.	Oben X	0,1 Mm.
II	2,5	IX	0,2
III	4,5	VIII	0,3
IV	6,5 Maxim.	VII	0,5
V	5,5	VI	1,3
VI	3,0	V	1,6
VII	1,8	IV	3,5
VIII	1,0	III	8,2 Maxim.
IX	1,0	II	5,8
X	0,5	Wurzelspitze I	1,5
XI	0,5		(Sachs)
Unten XII	0,5		

278. Ein Vergleich zahlreicher derartiger Versuche zeigt, dass beim Stamme die Zone des stärksten Wachsthums stets weiter vom Vegetations-

punkte entfernt liegt, als bei der Wurzel, wo sie sich in sehr geringer Entfernung von der Spitze befindet, etwa da beginnt, wo die Wurzelhaube aufhört.

In gleicher Weise, wie ganze Internodien, Wurzeln und Blätter, verhalten sich auch einzellige Pflanzen (Vaucheria, Mucor etc.) bezüglich des Wachsthums der Verzweigungen ihres Thallus, sowie die Haare (z. B. Wurzelhaare): die grosse Periode des Wachsthums gilt auch für die Zellhaut.

4. Wirkung der Wärme auf das Wachsthum.

279. Die mannigfaltigen Combinationen der Wärme- und Beleuchtungsverhältnisse und die damit verbundenen Erscheinungen der Assimilation und Transpiration im Verlaufe von Tag und Nacht lassen bezüglich des Längenwachsthums keine bestimmte Regel aufstellen, da im Freien dasselbe unter Umständen am Tage energischer sein kann, als des Nachts und umgekehrt. Meistens werden jedoch die anderen Wachsthumsbedingungen von der Wirkung des Temperaturwechsels in den Hintergrund gestellt, so dass am Tage ein stärkeres Wachsthum vorherrscht, dessen grösste Energie in die Nachmittagsstunden fällt. So zeigten:

	Tags (12 Std.)	Nachts (12 Std.)	Vormittags	Nachmittags
Bryonia	59,0 Proc.	41,0 Proc.	86 Proc.	100 Proc.
Vitis	55,1 -	44,9 -	67 -	100 -
Cucurbita	57,2 -	42,8 -	81 -	100 -

des gesammten Wachsthums.

280. Im Zimmer kann man bei wohlüberwachtem Experimente jedoch die Bedingungen regelmässiger geben. Man kann einen bestimmten Einfluss variiren lassen, während man alle anderen Bedingungen möglichst constant erhält. In diesem Falle beobachtet man unter Abschluss des Lichtes bei constanter Feuchtigkeit und möglichst constanter Temperatur gleichmässiges Wachsthum während Tag und Nacht, während bei stärkeren Temperaturschwankungen mit der Zunahme der Wärme die Wachsthumsgeschwindigkeit steigt, mit Abnahme der Wärme fällt.

281. Das Wachsthum einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles erfolgt nicht unbegrenzt der Temperatursteigerung proportional: es findet unterhalb eines bestimmten, nach Art der Pflanze jedoch verschieden hohen Wärmegrades nicht statt, steigert seine Intensität bis zu einem bestimmten Grade, bei dem stärkstes Längenwachsthum herrscht, und wird von da ab bei weiterer Steigerung der Temperatur wieder verlangsamt, um bei einem gewissen höchsten Wärmegrade ganz aufzuhören. Wir können also ein Minimum, Optimum und Maximum unterscheiden.

Für eine Keimwurzel des Mais ergab sich während der Zeit von 96 Stunden bei constanten Temperaturen:

bei 17,1° C.	eine Wurzellänge	von 2,5 Mm.	
- 26,2	- -	- 24,5 -	
- 33,2	- -	- 39,0 -	
- 34,0	- -	- 55,0 -	Optimum
- 38,2	- -	- 25,2 -	
- 42,5	- -	- 5,9 -	(Sachs.)

282. In gleicher Weise wird auch die Keimung, d. h. das Wachsthum des Keimlings auf Kosten der im Samen vorhandenen Reservestoffe von der Wärme beeinflusst. Es ist:

für	die untere Grenze,	das Optimum,	die obere Grenze bei
Triticum vulgare	5,0° C.	28,7° C.	42,5° C.
Hordeum vulgare	5,0	28,7	37,7
Zea Mais	9,5	33,7	46,2
Phaseolus multiflorus	9,5	33,7	46,2
Cucurbita Pepo	13,7	33,7	46,2

5. Wirkung des Lichtes auf das Wachsthum.

283. Das mit lebhafter Zelltheilung verbundene Wachsthum jugendlicher Organe kann sowohl im Lichte als in völliger Dunkelheit stattfinden, vorausgesetzt, dass in letzterem Falle den wachsenden Theilen Baustoffe in genügender Menge zugeführt werden. Die normale Streckung (§ 275) geht bei oberirdischen Stengeln und Blättern jedoch nur unter dem Einflusse des Tages vor sich. Lässt man Pflanzen mit reichen Reservestoffbehältern (Knollen) im Dunkeln austreiben, oder leitet man das obere Ende einer wachsenden Pflanze oder eines Zweiges in einen finsteren Raum, während ein für die Ernährung hinreichender Theil im Lichte bleibt, so werden die unter Ausschluss des Lichtes entwickelten Internodien und Blätter (abgesehen von dem Fehlen des Chlorophylls) anders ausgebildet, als die im Lichte befindlichen: die Internodien erreichen eine übermässige Länge, während die Blätter weit hinter der normalen Grösse zurückbleiben.

284. Ursache dieser als **Etiolement** bezeichneten Abnormität ist bei den Blättern der Umstand, dass in ihnen, wenn sie aus dem Knospenzustande heraustreten, die Bildung des Chlorophylls und mithin der Stärke unterbleibt, auf deren Kosten allein das jugendliche Blatt sich weiter entwickeln kann. Das Etioliren der Blätter kann also als ein Stehenbleiben auf dem ersten Entwickelungsstadium, auf derjenigen Stufe, wo das Blatt normaler Weise ans Licht treten müsste, bezeichnet werden.

Bei den Internodien des Stengels ist die abnorme Verlängerung dadurch bedingt, dass Rinde, Bast und Holz gewissermaassen auch auf einer jüngeren Entwickelungsstufe verharren, insofern in ihnen die Verdickung, Verholzung, und Cuticularisirung der Zellmembranen unterbleibt oder nur in sehr geringem Grade stattfindet. Da aber gleichzeitig das Mark im Wachsthume begünstigt wird, weil seine Zellen sich bedeutender verlängern, seiner dadurch verstärkten activen Spannung von den in Folge ihrer abweichenden Ausbildung sehr dehnsamen Holz- und Rindengeweben ein nur geringer Widerstand entgegengestellt wird (vgl. § 270), so tritt eine Ueberverlängerung auch der Elemente des Holzes und der Rinde durch das dieselben stark dehnende Mark ein. Beide Ursachen zusammen bedingen die bedeutende Verlängerung des geringere Gewebespannung zeigenden Internodiums.

285. Eine dem Etiolement der Internodien entsprechende Verlängerung findet unter gleichen Umständen auch bei den langen, schmalen Blättern vieler Monocotyledonen und bei Wurzeln statt. Letztere erreichen im Dunkeln einen stärkeren Zuwachs, als bei abwechselnder Beleuchtung. Aus-

genommen sind dagegen die Blüthen, welche in dauernder Finsterniss sich mit Form und Farbe wie im Lichte entwickeln und unter diesen Verhältnissen auch Früchte und keimfähigen Samen erzeugen können.

Dem Etiolement ähnliche Erscheinungen werden auch schon durch sehr geringe Intensität des Lichtes hervorgerufen, wie die im tiefen Schatten gewachsenen Individuen einer Pflanze, verglichen mit den in voller Beleuchtung entwickelten, beweisen. Endlich zeigen auch nicht alle Pflanzen das Etiolement in gleichem Grade; schwächer etioliren z. B. die Internodien von Schlingpflanzen und die Blätter von Runkelrüben.

286. Etiolement ist zum Theil auch die Ursache des positiven Heliotropismus einseitig stärker beleuchteter Stengel und Blattstiele. Bei diesen wird, so lange sie nicht ausgewachsen sind, sondern sich noch im Stadium der Streckung befinden, die von der stärksten Lichtquelle abgewendete Seite durch Etiolirung länger, als die entgegengesetzte, der stärksten Lichtquelle zugekehrte Seite. Letztere krümmt sich daher concav gegen das einfallende kräftigere Licht, um so stärker, je intensiver die Beleuchtung ist, während erstere convex wird. Die Zellen auf der convexen Seite sind daher auch, entsprechend dem Grössenverhältnisse der Zellen etiolirter Stengel, länger, als die der concaven. Denkt man sich den Stengeltheil *a* der Figur 44 im § 292 aufrecht, das stärkste Licht in der Richtung der Linie *ou* einfallend, so würde das betreffende Internodium des Stengels *a* nach einer gewissen Zeit die Richtung des Stengeltheiles *a'* zeigen. Während die in der sich krümmenden Zone *oouu* angenommenen vier Zellen bei allseitig gleich starker Beleuchtung gleiche Grösse hatten, ist dann in der positiv heliotropischen Krümmungsregion *o'o u'u* die Grösse derselben:

(convexe Seite) $4 > 3 > 2 > 1$ (concave Seite).

Was hier für vier Zellen angenommen wird, gilt natürlich auch für die entsprechenden Zellenreihen eines gekrümmten Internodiums.

Nach neueren Untersuchungen ist in heliotropisch gekrümmten Organen die convexe Hälfte wasserreicher, als die concave, und diese ungleiche Vertheilung des Wassers lässt sich schon vor Eintritt der Krümmung constatiren. Vgl. §§ 265 und 295.

287. Wird ein heliotropisch gekrümmter Stengel, so lange überhaupt die Krümmungsregion noch wächst, so gegen das Licht gedreht, dass später die etiolirte convexe Seite vom stärksten Lichte getroffen wird, so richtet sich derselbe bald senkrecht auf und geht dann bei dauernder Stellung in die entgegengesetzte Krümmung über. Ursache des Aufrichtens ist indessen nicht allein das auf der entgegengesetzten Seite eintretende Etiolement, sondern auch der zur Mitwirkung kommende Geotropismus (§ 292).

Auch chlorophyllfreie Pflanzen (die Fruchtkörper von Claviceps purpurea, Peziza Fuckeliana, Sordaria fimiseda, Sporangienträger von Mucor) zeigen positiven Heliotropismus.

Die Krümmungsgeschwindigkeit heliotropischer Organe ist anfänglich gering und nimmt allmählich bis zu einem Optimum zu, um sich dann wieder zu verlangsamen.

288. Es zeigt sich somit, dass der Einfluss des Lichtes hem-

mend, der der Dunkelheit fördernd auf das Längenwachsthum wirkt. Dem entsprechend ergiebt sich auch eine Periodicität des Wachsthums in Folge des Wechsels von Tag und Nacht. Bei constanter Feuchtigkeit und möglichst geringen Schwankungen der Temperatur tritt vor Sonnenaufgang ein Maximum des Wachsthums ein; letzteres verringert sich im Laufe des Tages, bis kurz vor Sonnenuntergang ein Minimum erreicht wird, nach dem es im Verlaufe der Nacht wieder zum Maximum sich hebt. Eine dabei stattfindende geringere Steigerung der Wachsthumscurve am Nachmittage ist die Folge der dann herrschenden höheren Temperatur, welche den Lichteinfluss überwiegt. (Vergl. §§ 279, 280.)

289. Gewisse Pflanzen zeigen an einzelnen ihrer Organe negativen Heliotropismus, d. h. diese werden (entgegengesetzt den positiv heliotropischen) auf der Lichtseite convex, krümmen sich also der Seite des schwächsten Lichtes entgegen. Hierher gehören die Ranken mancher Pflanzen (Ampelopsis, Vitis), die älteren Internodien von Hedera Helix (die jüngeren sind positiv heliotropisch), das hypocotyle Glied von Viscum, die Luftwurzeln der Orchideen und Aroideen, die Keimwurzeln von Brassica Napus und Sinapis alba etc. Die Wachsthumsursachen, welche den negativen Heliotropismus hervorrufen, sind unbekannt. Mit Berücksichtigung der Stelle jedoch, wo die Krümmung erfolgt, scheint es zweierlei Arten negativ heliotropischer Organe zu geben: bei einigen tritt die Krümmung in der Zone des stärksten Wachsthums auf, bei anderen (Epheu) dort, wo dasselbe im Abnehmen begriffen ist.

290. Ein Vergleich der Wirksamkeit verschieden brechbarer Strahlen des Spectrums hat ergeben, dass nur die Strahlen hoher Brechbarkeit das Wachsthum verlangsamen. Eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali lässt die schwächer brechbaren Strahlen vom Roth bis zur Mitte des Grün, eine Lösung von Kupferoxydammoniak die stärker brechbaren des Blau und Violett durchgehen; hinter der ersteren Lösung verhält sich die Pflanze trotz der Entwickelung des Chlorophylls wie eine etiolirende, hinter der zweiten erfolgt starke heliotropische Krümmung und geringeres Längenwachsthum der Internodien.

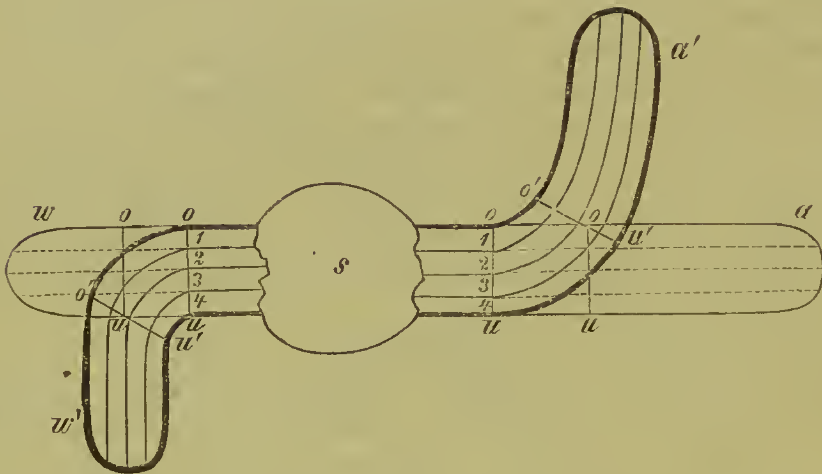
6. Die Wirkung der Schwerkraft auf das Wachsthum.

291. Eine ähnliche Krümmung, wie sie einseitig stärkere Lichtwirkung bei heliotropischen Organen hervorruft, wird auch durch die Schwerkraft bei noch im lebhaften Wachsthume befindlichen Pflanzentheilen, besonders Stengeln und Wurzeln veranlasst. Legt man z. B. eine Keimpflanze, deren Wurzel senkrecht abwärts, deren Stengel senkrecht aufwärts gewachsen ist, horizontal, ohne dass dabei ihr Wachsthum gestört wird, so zeigt sie den Geotropismus in der Weise, dass der horizontal liegende Stengel sich mit seiner Spitze im Bogen aufwärts, die horizontal gelegte Wurzel sich mit der Spitze im Bogen abwärts krümmt und beide dann in verticaler Richtung weiter wachsen (Fig. 44). Die in der Richtung der Schwerkraft wachsende Wurzel ist positiv, der in entgegengesetzter Richtung wachsende Stengel negativ geotropisch. Positiv geotropisch sind ferner noch manche Rhizome und Zwiebeln erzeugende Sprosse (Physalis, Tulipa) und

die Keimblattscheiden mancher Monocotyledonen (Phoenix, Allium), negativ geotropisch ausser aufrecht wachsenden (nicht bilateralen) Sprossen die Blattstiele, die Strünke vieler Hutpilze u. s. w.

292. Häufig wirken jedoch äussere Einflüsse wie Licht, Gewicht der wachsenden Theile, Feuchtigkeit, oder auch innere Ursachen dem Geotropismus entgegen, so dass bei derartigem Zusammentreffen andere Stellungen zu Stande kommen, als sie letzterer allein bedingen würde. Auffallend tritt dies z. B. hervor, wenn man in einem mit feuchten Sägespänen gefüllten, schief hängenden Siebe Samen so keimen lässt, dass ihre Keimwurzeln bald durch die Sieblöcher abwärts wachsen. Statt nun der Schwerkraft weiter zu folgen, schmiegen sie sich im Bogen der feuchten Siebunterfläche an

Fig. 44.



und wachsen an dieser weiter oder gar wiederholt in dieselbe hinein und wieder hinaus. Ferner zeigt sich bei Verzweigungen höherer Ordnung die Wirkung der Schwerkraft allmählich weniger, wie dies z. B. bei Wurzeln der Fall ist. Die positiv geotropische Hauptwurzel erzeugt Seitenzweige erster Ordnung, die häufig schon gar nicht mehr geotropisch sind und nach allen möglichen, durch ihre Anlage bedingten Richtungen den Boden durchwachsen.

Geotropismus und Heliotropismus sind insofern von einander unabhängig, als nicht etwa ein bestimmter Heliotropismus auch einen bestimmten Geotropismus bedingt und umgekehrt.

Häufig gleicht der Geotropismus die Wirkung des positiven Heliotropismus wieder aus, wenn die den letzteren bedingende einseitige Beleuchtung (wie etwa während der Nacht) aufhört (§ 286).

Ebenso ist ein bestimmter Geotropismus nicht etwa an die An- oder Abwesenheit des Chlorophylls geknüpft, wie u. a. die farblosen Mucorineen

Fig. 44. Schematische Darstellung des positiven Geotropismus der Wurzel *w, w'* und des negativen des Stengels *a, a'* einer Keimpflanze, deren Same bei *s* liegt. Das Uebrige im Texte.

zeigen, deren Sporangienträger negativ, deren vegetative Myceläste positiv geotropisch sind.

293. Die durch den Geotropismus hervorgerufene Krümmung eines Organes ist Folge des ungleichen Längenwachsthums der der Wirkung der Schwerkraft zugewendeten und abgekehrten Seite desselben. Eine dieser Seiten wächst rascher, die andere langsamer, als jede bei vertical bleibender Stellung wachsen würde. Bei positiv geotropischen Organen, wie der Keimwurzel, findet das stärkste Wachsthum auf der dem Erdcentrum abgewendeten Seite statt; diese muss daher convex, die Unterseite concav werden, die freie Spitze sich abwärts richten (Fig. 44 *w'*). Negativ geotropische Organe, wie ein sonst aufrecht wachsender Stengel, zeigen stärkeres Wachsthum der Unterseite; diese wird daher convex, die Oberseite concav, die freie Spitze aufwärts gerichtet (Fig. 44, *a'*).

Nimmt man an, dass das ganze sich geotropisch krümmende Organ einzellig ist, oder dass die Krümmungsstelle desselben einer Zelle entspricht (Mucor), so würde bei positivem Geotropismus das der Oberseite, bei negativem das der Unterseite entsprechende Stück der Membran stärker in die Länge wachsen. Während also bei verticaler Lage der Zelle die Membranseiten *oo* und *uu* (Fig. 44) gleich lang sind, wären bei positivem Geotropismus $oo' > oo$ und $uu' < uu$, $oo' > uu'$ (Fig. 44, *w, w'*), bei negativ geotropischer Krümmung $oo' < oo$ und $uu' > uu$, also $uu' > oo'$ (Fig. 44, *a, a'*).

294. Denkt man sich statt einer Zelle in dem Längsschnitte der Krümmungszone vier über einander gelegene Zellen (Fig. 44), so ist bei verticaler Stellung des Stengels, wie der Wurzel, nach einer bestimmten Zeit Zelle $1 = 2 = 3 = 4$. Bei horizontaler Lage und eingetretener Krümmung dagegen ist, da für jede Zelle in Bezug auf die Membranlänge der Ober- und Unterfläche das vorhin Gesagte Anwendung findet, bei positivem Geotropismus (Fig. 44, *w, w'*)

(Oberseite) Zelle $1 > 2 > 3 > 4$ (Unterseite)

bei negativ geotropischen Organen (Fig. 44, *a a'*) dagegen

(Oberseite) Zelle $1 < 2 < 3 < 4$ (Unterseite),

Dasselbe gilt von noch zahlreicher im verticalen Längsschnitte über einander liegenden Zellen, dasselbe für entsprechende über einander liegende Zellenreihen der Krümmungsregion. Es wäre z. B. im letzteren Falle in Fig. 44 in dem Stengel *a'* Zellenreihe

(Oberseite) $1 < 2 < 3 < 4$ (Unterseite).

Directe Messungen an den entsprechenden Gewebestreifen bestätigen die gemachten Angaben. Weshalb aber beim positiven Geotropismus die Oberseite, beim negativen die Unterseite stärker wächst, während die Bedingungen (Schwerkraft) doch für beide die gleichen sind, ist zur Zeit vollständig unerklärbar.

295. Dass bei den ungleichen Wachsthumserscheinungen der Stengel und Wurzeln, wie sie beim Geotropismus (und Heliotropismus, § 286) hervortreten, die ungleiche Vertheilung der Stoffe ursächlich betheiligt sei, wurde schon von den ersten Untersuchern dieser Phänomene angenommen, und in den neueren Erklärungsversuchen ist das Vegetationswasser als der hauptsächlich thätige Factor angesehen worden. Die bisher

gewonnenen Resultate lassen Folgendes erkennen. Halbirt man einen normalen, gleichbeleuchteten und senkrecht stehenden Spross durch einen axilen Längsschnitt, so ist der Wassergehalt der beiden Hälften gleich. Wird ein geotropisch gekrümmter Spross senkrecht in eine rechte und linke Hälfte getheilt, so ist der Wassergehalt beider Hälften ebenfalls gleich; halbirt man dagegen einen isolirt niedergelegten, geotropisch gekrümmten Stengel durch einen Horizontalschnitt (parallel der Krümmungsfläche in Fig. 44, so dass man eine obere und untere Hälfte erhält), so erscheint die untere, der Convexität entsprechende Hälfte stets wasserreicher. Diese ungleiche Vertheilung des Wassers lässt sich schon wenige Stunden nach Niederlegung des Sprosses und noch vor eingetretener Krümmung desselben constatiren; sie findet ferner auch in bereits verholzten und daher krümmungsunfähigen Stengeln statt.

296. Auch normal (senkrecht) gewachsene Keimwurzeln zeigen, den Stengeln gleich, rechts und links eines axilen Längsschnittes gleichen Wassergesalt. In geotropisch gekrümmten Keimwurzeln ist dagegen an der Krümmungsstelle der Wassergehalt oberseits grösser, als auf der Unterseite. Diese ungleiche Vertheilung des Wassers in der krümmungsfähigen Stelle zu Gunsten der Oberseite derselben findet auch hier bereits einige Stunden nach der Niederlegung der Keimwurzel und noch vor Eintritt der Krümmung selbst statt. Dagegen ist in dem stark in Streckung begriffenen hinteren Theile einer solchen Keimwurzel, sowie in älteren, nicht mehr keimungsfähigen, horizontal liegenden Wurzeln der Wassergehalt der unteren Hälfte ein grösserer (vgl. § 295 und 265).

297. An der geotropischen Krümmung betheiligen sich sämmtliche im Wachsthum begriffene Theile eines horizontal oder schief gestellten Stengels. Der Grad der Krümmung, die jedoch in keinem Falle genau einem Kreisbogen entspricht, ist je nach Wachsthumsgeschwindigkeit, Abweichung von der Verticalrichtung, Dicke, Biegungsfestigkeit und Elasticität des betreffenden Organes, sowie nach Zeitdauer und Nachwirkung verschieden. Durch rascheres Wachsthum und grösste Annäherung an die Horizontallage wird in kürzerer Zeit die Krümmung verstärkt, ebenso durch die sogenannte Nachwirkung, wonach auch über die Zeit der horizontalen oder schiefen Lage hinaus die Krümmung noch fortdauert. Grössere Dicke eines Organes wirkt dem Geotropismus entgegen; und was die Biegsamkeit und Elasticität betreffen, so kommen diese um so mehr zur Geltung, je weiter die Krümmungszone vom Sprossgipfel entfernt liegt, je grösser also das nach abwärts ziehende Gewicht des letzteren ist. Da die Biegsamkeit mit Zunahme des Alters und der Dicke des Sprosses sich verringert, so ist auch dieser Umstand zu berücksichtigen.

298. An gewöhnlichen Sprosstheilen (einem Internodium etwa), deren Zone stärksten Wachsthums dem Gipfel näher liegt und die sich von hier ab nach rückwärts allmählich verdicken, beginnt die Krümmung im Gipfeltheile, weil dieser am dünnsten ist, die geringste Last trägt und am raschesten wächst. Erst später tritt, während das Gipfelstück sich immer steiler aufrichtet, eine Krümmung auch im Mitteltheile und noch später im Basalstücke des der Wirkung der Schwerkraft unterliegenden

Stengelstückes ein, so dass letzteres sich vielleicht nach aufwärts krümmt, wenn der Gipfel bereits vertical steht und der Wirkung der Schwerkraft entzogen ist. Letzterer kann dadurch und durch die Nachwirkung sogar über die Verticalrichtung nach rückwärts hinaus gekrümmt werden.

Liegt umgekehrt die am stärksten wachsende Region des Internodiums an der Basis desselben, so tritt die Krümmung in entgegengesetzter Richtung wie im eben beschriebenen Falle auf.

Bei einem mit der wachsenden Spitze nach abwärts hängenden Sprosse tritt negativ geotropische Krümmung in der Weise ein, dass der Sprossgipfel sich allmählich hakenförmig nach aufwärts krümmt. Der ungünstigen Lage wegen erfordert diese Krümmung jedoch längere Zeit, als diejenige in der Horizontalstellung.

Abgeschnittene Stengel verhalten sich solchen mit der Pflanze in Verbindung bleibenden in jeder Beziehung gleich. Bei symmetrisch gespaltenen Sprossen, deren Hälften in Folge der Gewebespannung nach entgegengesetzter Richtung klaffen (§ 268), wirkt die Schwerkraft auf jede Hälfte gesondert ein, wenn die Spaltfläche der Horizontebene parallel liegt.

299. Eine eigenthümliche Beziehung zum Geotropismus zeigen die Knoten der Grashalme. Während diese in der gewöhnlichen Verticalstellung bald zu wachsen aufhören, besitzen sie die Fähigkeit, bei späterer horizontaler Lage auf ihrer Unterseite wieder stärker in die Länge zu wachsen, während die concav werdende Oberseite sich (oft unter Bildung von Querfalten in der Epidermis) verkürzt, was bei dem horizontal liegenden Internodium nie eintritt. Letzteres erhält daher keine geotropische Krümmung, wohl aber eine um so schärfere der Knoten, der nach vollendetem geotropischen Wachsthume oft wie geknickt aussieht. Die Aufrichtung des gelagerten Getreides wird durch diesen Geotropismus der Halmknoten ermöglicht.

300. Das im § 298 für die Krümmungszonen wachsender Stengel Gesagte gilt im Allgemeinen auch für die Wurzel. Auch bei dieser unterliegt nur die im Längenwachsthume befindliche Strecke dem Geotropismus. Da indessen die in Streckung begriffene Wurzelregion sehr kurz ist, da die ältesten Theile dieser Region sehr bald zu wachsen aufhören, die jüngeren Theile der Wurzel durch die Abwärtskrümmung aber in eine für die Schwerkraftwirkung ungünstige Lage kommen, so geht die geotropische Krümmung im scharfen Bogen nach abwärts. Selbst ein Widerstand, wie ihn Quecksilber bietet, wird dabei überwunden, da die Wurzel in dieses hinein wächst.

Gespaltene Wurzelspitzen beweisen durch ihr Verhalten, dass auch bei ihnen, wie bei gespaltenen Stengelspitzen (§ 298), die Schwerkraft auf jeden Theil einzeln einwirkt.

301. Dass wirklich nur die Schwerkraft Ursache der beschriebenen Veränderungen ist, zeigt (ausser dem ganz gleichen Verhalten von Wurzel und Stengel auf allen Punkten der Erdoberfläche) auch die Einwirkung der Centrifugalkraft auf Wurzel und Stengel keimender Samen. Befestigt man solche unter Beobachtung der nöthigen Wachsthumsbedingungen auf einer um eine senkrechte Axe horizontal rotirenden Scheibe so, dass die vorherige Wachsthumsaxe tangentiale Stellung erhält, so stellen sich bei

sehr rascher Rotation alle Wurzeln horizontal nach auswärts, der Centrifugalkraft folgend, alle Stengel jedoch horizontal einwärts, der Rotationsaxe zugewendet. Bei langsamer Rotation kommt aber die Schwerkraft noch mit zur Geltung und die Richtung von Wurzel und Stengel wird eine aus Grösse und Richtung beider Kräfte resultirende schiefe. Lässt man die Scheibe vertical sehr rasch rotiren, so wirkt nur die Centrifugalkraft richtend auf die radial nach aussen sich stellenden Wurzeln und radial nach innen sich kehrenden Stengel. Sehr langsame Drehung, bei der weder Schwer- noch Centrifugalkraft wirken, zeigt keinerlei Einfluss auf die nach allen möglichen Richtungen wachsenden Theile.

Dass nur die noch im Wachsen begriffene Strecke des Stengels, wie der Wurzel, von der Centrifugalkraft beeinflusst wird, bedarf (nach § 291) keiner weiteren Erläuterung.

7. Die Nutationsbewegungen wachsender Organe.

302. Bei einer grossen Anzahl von Organen zeigen nicht sämmtliche Stellen des Umfanges gleiches Wachsthum, wie bei senkrecht wachsenden Stämmen und Wurzeln, sondern dasselbe ist aus inneren Ursachen (also von Heliotropismus und Geotropismus abgesehen) auf zwei einander entgegengesetzten Seiten, der Ober- und Unterseite, ungleich stark. Wächst die Oberseite rascher, als die Unterseite, so bezeichnet man das Organ als epinastisch, als hyponastisch dagegen, wenn die Unterseite im Verhältniss zur Oberseite stärkeres Wachsthum besitzt. Das ganze Organ wird als ein bilateral entwickeltes, die Krümmungsbewegung, die es in Folge von Epinastie oder Hyponastie ausführt, als Nutation bezeichnet und zwar als autonome oder spontane, wenn sie nur von inneren Ursachen abhängig ist (Winden der Stengel), als paratonische oder receptive, wenn sie auf Einwirkung äusserer Agentien erfolgt (Ranken, periodische Bewegungen von Laub- und Blüthenblättern). Mit Vollendung des Wachsthums hört auch die nutirende Bewegung eines solchen Organes vollständig auf.

303. Eine derartige Bilateralität besitzen in ausgeprägtester Weise die Laubblätter. Diese sind, wie schon im § 168 betont wurde, in ihrer Jugend hyponastisch, krümmen daher in der Knospe ihre Oberseite concav, während sie mit fortschreitendem Alter die letztere stärker entwickeln, also epinastisch werden. Dasselbe gilt von den Kelch- und Kronblättern, sowie von vielen langen Staubgefässen und Griffeln. So hängen in der Blüthe von Dictamnus die Staubgefässe in Folge epinastischer Entwickelung zuerst mit den noch ungeöffneten Antheren nach abwärts, richten sich aber mit den später geöffneten Antheren durch Hyponastie auf.

Aber auch die allermeisten Seitensprosse sonst aufrechter Stämme sind bilateral. Hyponastisch sind z. B. die Zweige von Corylus avellana, Picea nigra, Ulmus campestris, Prunus avium etc., epinastisch die Zweige von Pyrus Malus, Tilia parvifolia, die Ausläufer von Fragaria elatior, Potentilla reptans, Ajuga reptans, die Blüthenzweige von Sinapis, Isatis, Archangelica u. s. w. Bilateral ist endlich auch die bei der Keimung nickend oder hängend über die Erde vortretende Endknospe der Dicotyledonen-Keimpflanzen.

304. Heliotropismus und Geotropismus, sowie häufig das Gewicht des Zweigendes, wirken den durch solche Bilateralität hervorgerufenen Nutationsbewegungen entgegen und bedingen so die verschiedenartigsten Richtungsverhältnisse, je nachdem die eine oder andere Kraft in den Vordergrund tritt. Die Abwärtskrümmung, welche in Folge von Epinastie an wachsenden Blättern entstehen würde, wird durch die entgegengesetzt erfolgenden heliotropischen und geotropischen Krümmungen aufgehoben. Bringt man jedoch durch entsprechende Drehung eines Zweiges die Oberseite der noch wachsenden Blätter nach unten, so wirken Epinastie, Heliotropismus und Geotropismus in gleicher Richtung und die Blätter kehren sich, oft unter Drehung des Blattstieles, mehr oder minder vollständig wieder um. Ebenso krümmen sich die epinastischen Ausläufer von Fragaria aufwärts, wenn sie mit der Oberseite nach unten horizontal gelegt werden, wobei der gleichsinnig wirkende Geotropismus die Krümmung verstärkt. Die hyponastischen Zweige von Corylus aber krümmen sich, mit der Unterseite nach oben gelegt, abwärts, weil die Hyponastie stärker wirkt, als die Schwerkraft.

305. Findet die Nutationsbewegung nicht in nur einer Ebene nach rechts oder links statt (§ 302), sondern nach allen Seiten hin, weil in kürzeren Zeiten alle Seiten des wachsenden Organes nach einander im Längenwachsthume überwiegen, so bezeichnet man sie als eine revolutive oder rotirende Nutation. Derartige revolutive Nutationen zeigen namentlich die windenden oder schlingenden Stengel und die Ranken.

306. Bei windenden Stengeln sind die Blätter der jüngsten Internodien verhältnissmässig klein; die Endknospe hängt in Folge ihres Eigengewichtes seitwärts über und beschreibt in Folge der revolutiven Nutation der unter ihr befindlichen zwei bis drei jüngsten Internodien einen Kreis oder eine Ellipse. Findet während dieser Bewegung der Sprossgipfel eine senkrechte Stütze, so beschreibt er um diese eine Schraubenlinie. Ist die Stütze dünn, so findet keine Berührung statt. Wächst der kreisende Gipfel mit seiner Krümmung aus irgend welchem Grunde über die Stütze hinaus, so bilden sich die weiteren Windungen frei. Ein durch Druck bewirkter Reiz, wie bei den Ranken (§ 308) ist hier also nicht die Ursache des Windens. Erst später werden die anfänglich weiten und flachen Windungen (vielleicht in Folge von Schwerkraftwirkung?) enger und steiler und erst dann legen sie sich der Stütze fest an, während der Gipfel seine Bewegung um die Stütze herum fortsetzt und sich so wegen fortdauernder Streckung älterer, das Wachsthum allmählich einstellender Internodien gewissermaassen an der Stütze emporschraubt.

307. Die ersten Internodien der Keimpflanzen und der Seitensprosse von Schlinggewächsen winden nicht.

Die in Folge des Windens nach der Seite der Stütze gewendeten Blätter gleiten beim Anziehen der Windungen seitwärts von der Stütze ab, wobei sie das Internodium ein kleines Stück weit mitziehen.

Die Richtung der Windungen ist für die betreffende Art gewöhnlich constant, für die meisten Pflanzen nach links, für den Hopfen, Lonicera caprifolium etc. nach rechts (d. h. wie die Bewegung der Zeiger einer

Uhr). Doch kommt es auch vor, dass einzelne Individuen einer Art (Solanum Dulcamara) nach links, andere nach rechts winden, oder ein und derselbe Stengel abwechselnd rechts- oder linkswindend ist (Loasa aurantiaca).

Die Bewegungen windender Stengel sind um so energischer, je günstiger die Wachsthumsbedingungen sind. Sie finden auch im Finstern statt (Phaseolus multiflorus), doch zeigt bei einseitiger Beleuchtung das Licht insofern Einfluss, als die Bewegung zur Lichtquelle hin rascher erfolgt, als von dieser fort.

308. Die Ranken zeigen den windenden Stengeln gegenüber die Eigenthümlichkeit, dass sie in den normalen Fällen sich nur in Folge eines durch Druck bewirkten Reizes krümmen und einrollen. Diese Fähigkeit tritt ein, wenn die Ranke etwa drei Viertel ihrer Grösse erreicht hat; unterstützt wird sie durch eine revolutive Bewegung des Sprossgipfels sowie der Ranke selbst, wodurch letztere die Möglichkeit der Annäherung an eine nahe Stütze erhält. Wird eine solche erreicht, so genügt eine leise Berührung mit der reizbaren Seite (gewöhnlich der Unterseite) der Ranke, um oft schon binnen wenigen Secunden oder Minuten (25 Sec. bei Passiflora gracilis, 30 Sec. bei Sicyos, bei Smilax dagegen erst nach einer Stunde) eine Krümmung der Berührungsstelle zu verursachen. Diese Krümmung geschieht in Folge des durch den Druck verursachten langsameren Wachsthumes der gereizten, concav werdenden Seite und des rascheren der entgegengesetzten, convexen Aussenseite. Durch sie aber werden sofort neue Punkte der reizbaren Seite mit der Stütze in Berührung gebracht, so dass die Spitze der Ranke nach und nach die Stütze in korkzieherartigen Windungen umschlingt. Der Reiz pflanzt sich jedoch nicht allein gegen die Spitze der Ranke fort, sondern auch nach der Basis derselben zu, so weit diese noch nicht ausgewachsen ist. Daher rollt auch letztere sich in Folge stärkeren Wachsthums der Oberseite korkzieherartig ein und zieht dadurch den Spross noch näher an die Stütze. In diesem Theile liegen dann einige als Wendepunkte bezeichnete unregelmässige Stellen, an welchen die Windungen entgegengesetzt werden, um eine sonst eintretende Torsion auszugleichen. Später wächst die Ranke noch in die Dicke und verholzt.

309. Erreicht eine Ranke keine Stütze, so bleibt sie gerade, wird unbeweglich und fällt ab (Ampelideen); oder sie rollt sich von der Spitze nach der Basis zu korkzieherartig, aber ohne die Wendepunkte der normal entwickelten Ranke, ein und vertrocknet (Cucurbitaceen).

Wird eine Ranke durch Druck oder Reibung der entsprechenden Seite gereizt, ohne dass sie gleichzeitig an eine Stütze kommt, so tritt zwar die Krümmung ein, die Ranke streckt sich aber nach einiger Zeit wieder gerade und ist dann zum zweiten Male reizbar.

Die Raschheit der Bewegung ist auch bei den Ranken an günstige Wachsthumsbedingungen geknüpft. In Bezug auf das Licht verhalten sie sich wie windende Stengel (§ 307).

310. Der morphologische Charakter rankender Organe kann sehr verschieden sein (§§ 159, 173). In den meisten Fällen sind sie metamorphosirte Zweige (Ampelideen, Passifloreen, wahrscheinlich auch Cucurbitaceen).

Bei Tropaeolum und Clematis rankt der Blattstiel, bei Gloriosa Plantii die über das Blatt hinaus verlängerte Mittelrippe, bei Pisum der vordere metamorphosirte Theil des gefiederten Blattes, bei Fumaria officinalis das ganze Blatt.

Ampelopsis zeigt die Eigenthümlichkeit, dass ihre Ranken bei Berührung mit harten Körpern als Saugnäpfe wirkende Gewebepolster entwickeln, mittelst deren die Pflanze selbst an steilen Wänden emporklettert, wenn diese nur genügend rauh sind. Durch negativen Heliotropismus wird die Ranke dabei in ihre Richtung geleitet.

311. Mit der Bilateralität ist häufig Torsion des betreffenden Organes verbunden, d. h. eine Drehung desselben um seine Wachsthumsaxe, durch welche seine länger werdenden Seitenlinien letztere schraubig umlaufen. Dieselbe zeigt sich namentlich bei allen windenden Stengeln und bei vielen aufrechten Stengeln mit langen Internodien. Bei Blättern (Allium ursinum, manche Gräser) führt sie zu einer Umkehr eines Theiles der Blattflächen, von denen dann die Unterseite nach oben gewendet ist. Aber auch viele nicht bilateral entwickelte Organe besitzen Torsion, wie die Fruchtstiele der Moose, die Internodien der Characeen u. s. w.

312. Die Torsion eines Pflanzentheiles kann durch zwei verschiedene Ursachen hervorgerufen werden. Einmal entsteht sie dadurch, dass bei drehenden Axen die peripherischen Gewebe ein längere Zeit andauerndes Längenwachsthum besitzen, als die centralen, bei tordirenden Blättern die Seitenränder längere Zeit wachsen, als der Mittelnerv. Bei drehenden Internodien tritt die Torsion erst zu Ende des Längenwachsthums ein, wenn letzteres in den centralen Geweben ganz oder fast ganz aufgehört hat.

Ferner kann eine Torsion auch durch eine ungleichseitige Belastung veranlasst werden, wie sie die ungleiche Vertheilung von Blättern und Seitensprossen namentlich an horizontal wachsenden Zweigen bedingt. Sehr geringe Elasticität des Organes, Geotropismus und Heliotropismus werden derartige Torsionen unterstützen, noch lange andauerndes Wachsthum eines solchen tordirten Pflanzentheiles die Torsion zu einer dauernden machen.

313. Bei einer grossen Zahl von Pflanzen zeigen die im Wachsen begriffenen Laub- und Blüthenblätter in Folge von Licht- und Temperaturschwankungen periodische Nutationsbewegungen, welche auch hier mit Vollendung des Wachsthums aufhören, und die dadurch hervorgerufen werden, dass eine innerhalb gewisser Grenzen stattfindende Steigerung der Lichtintensität und der Wärme ein stärkeres Wachsthum der Oberseite und damit ein Oeffnen, ein Sinken beider Einflüsse stärkeres Wachsthum der Unterseite des Blattes und in Folge dessen Schliessung bewirkt, wenn die Tagesstellung die offene ist. Die umgekehrte Wirkung tritt ein, wenn die Nachtstellung der Organe die offene ist.

So heben sich in Folge stärkeren Wachsthumes der Unterseite Nachts die Blätter von Chenopodium, Stellaria, Linum und Brassica; sie senken sich, weil Nachts die Oberseite stärkeres Wachsthum zeigt, bei Impatiens, Polygonum Convolvulus etc. Die meisten Blüthen öffnen sich am Tage und sind während der Nacht geschlossen.

314. Die Krümmung, resp. Bewegung der genannten Organe erstreckt sich nicht über die ganze Fläche derselben, sondern ist auf eine Stelle geringen Umfanges beschränkt, an welcher das Wachsthum längere Zeit fortdauert. Diese liegt meistens an der Basis des Organes, bei Oxalis rosea über der Mitte des Blumenblattes. Bei Compositen findet ein Schliessen des ganzen Blüthenstandes statt; die Krümmungszone der einzelnen Blüthen liegt dann entweder dicht über der Röhre der zungenförmigen Krone (Bellis) oder in der Röhre selbst (Taraxacum). — Bei Crocus dauert das abwechselnd ungleichseitige Wachsthum der Perigonzipfel, deren krümmungsfähige Zone dicht über der Blumenröhre liegt, auch dann noch fort, wenn von einer Seite oder von beiden Flächen die Epidermis abgezogen wird.

An den Laubblättern hört die Bewegung mit dem Alter derselben auf. Bei Chenopodium bilden die jungen Blätter während der Nacht in Folge ihrer Einwärtskrümmung grosse Knospen, die älteren biegen sich ein wenig, die ältesten gar nicht.

Durch das abwechselnd stärkere Längenwachsthum der Ober- und Unterseite wiederholt zusammenneigender und auseinanderweichender Blätter wird natürlich auch das Gesammtwachsthum derselben gefördert.

315. Der Grad der Bewegung ist je nach dem Grade der Lichtintensität oder der Temperatur, wie der Empfindlichkeit der Blätter ein sehr verschiedener. Sehr empfindlich gegen Temperaturschwankungen sind die Blüthen von Crocus und Tulipa, von Adonis vernalis, Ornithogalum umbellatum und Colchicum autumnale. Crocusblüthen reagiren bereits auf eine Schwankung von $1/2^0$ C., öffnen sich durch eine Steigerung um 5^0 C. in 8 Minuten, bei Schwankungen von 12 zu 22^0 C. bereits in 3 Minuten; die untere Temperaturgrenze für noch stattfindende Bewegungen liegt oberhalb 8^0 C. Ebenso öffnen sich die Blüthen von Hieracium vulgatum, Oxalis rosea u. a. erst bei 8—10^0 C.; bei 1—3^0 bleiben sie selbst am Lichte geschlossen.

316. Besondere Empfindlichkeit gegen Lichtschwankungen zeigen die Blüthen von Crocus und Tulipa, die sich bei plötzlicher Verdunkelung oder Beleuchtung auch dann noch energisch schliessen oder öffnen, wenn selbst geringere günstige Temperaturschwankungen der Lichtwirkung entgegen arbeiten; ferner die Blüthenköpfe von Calendula officinalis, Leontodon hastilis etc., die Morgens bei völliger Verdunkelung sich schliessen, selbst wenn die Temperatur 19—20^0 C. beträgt. Ebenso bewirkt plötzliche Beleuchtung ein energisches Oeffnen der Blüthen von Oxalis rosea und Compositen, wenn dieselben vorher längere Zeit im Dunkeln waren.

317. Ueberhaupt ist die Bewegung des Organes auf Temperatur- und Lichtwechsel um so energischer, je längere Zeit vorher der entgegengesetzte Zustand dauerte. Stärkere Temperaturschwankungen wirken dabei häufig dem Lichtwechsel, stärkere Lichtschwankungen dem Temperaturwechsel entgegen, je nachdem die betreffenden Organe für den einen oder anderen Einfluss empfindlicher sind.

Aus allen diesen Verschiedenheiten erklärt es sich auch, weshalb viele Blüthen sich nur zu gewissen Tagesstunden öffnen, andere von jedem Witterungswechsel beeinflusst werden u. s. w.

6. Die Variationsbewegungen ausgewachsener Organe.

318. Wie die Nutationsbewegungen (§ 302), so lassen sich auch die Variationsbewegungen in spontane und paratonische unterscheiden, von denen die ersteren nur durch innere Ursachen bedingt sind, letztere durch Einwirkung derselben äusseren Agentien (Licht, Wärme, Reiz) hervorgerufen werden, die auch bei den ähnlichen Nutationen diese veranlassen. Während aber die Nutationsbewegungen mit vollendetem Wachsthum aufhören, dauern die Variationsbewegungen auch nachher noch fort, ja sie kommen erst beim völlig ausgewachsenen Organe zur kräftigsten Geltung. Während ferner bei der Nutation ungleichseitiges Wachsthum die Bewegung veranlasst, sind bei den Variationsbewegungen Aenderungen in der Gewebespannung die letzte Ursache derselben.

Nur unter abnormen Bedingungen (Heliotropismus und Geotropismus) tritt auch bei den Variationsbewegungen ausführenden Organen noch nachträgliches Wachsthum ein.

319. Variationsbewegungen werden nur von Blattgebilden (Laub- und Blumenblättern, Staubgefässen und seltener Griffeln oder Narben) ausgeführt. In ihrem anatomischen Baue stimmen diese Organe darin überein, dass an der beweglichen Stelle ein oder einige sehr geschmeidige Gefässbündel von einem saftigen Parenchym (Schwellgewebe) umgeben werden, dessen äussere Lagen keine oder nur kleine, dessen innere Schichten dagegen meistens grössere lufthaltige Intercellularräume besitzen. Vielfach springen die die Bewegungen ausführenden Stellen wulstartig als sogenanntes Polster vor (Mimosa, Phaseolus).

Die Spannung zwischen dem elastischen Fibrovasalstrange und dem stark turgescirenden Parenchym ist eine sehr grosse, am stärksten in den mittleren Parenchymlagen.

1. Variationsbewegungen in Folge von Berührung oder Erschütterung.

320. Diejenigen Organe, deren Bewegung durch Berührung oder Erschütterung hervorgerufen wird, besitzen eine wenig entwickelte Epidermis, die dem stark turgescirenden Parenchym weniger Widerstand entgegensetzt, als der axile Fibrovasalstrang. Die Reizbarkeit beschränkt sich auf das Parenchym und zwar entweder nur auf eine Seite des etwas abgeflachten Organes (Blattgelenke von Mimosa), oder sie tritt auf allen Seiten desselben hervor (Staubgefässe der Cynareen).

Die Reizbarkeit wird durch das Bestreben der Parenchymzellen, stets Wasser aufzunehmen und dadurch bedingt, dass eine geringe Erschütterung oder Berührung die Zellen bestimmt, sofort einen Theil ihres Wassers durch die Membran in die Intercellularräume austreten zu lassen. In dem Maasse nun, wie Wasser durch die Zellwand filtrirt, ziehen sich die elastischen Zellhäute zusammen. Dadurch, und weil ein Theil des ausgestossenen Wassers in entferntere Gewebe geleitet wird, verringert sich das Volumen der gereizten Seite, deren Epidermis sich zusammenzieht, während gleichzeitig das nicht gereizte Gewebe der entgegengesetzten Seite des Organes

sich durch Wirkung seines ungestörten Turgors ausdehnt und diese convex macht, unterdessen die gereizte Seite sich concav krümmt. Die von dem sich krümmenden Organe getragenen Blatttheile werden daher mehr oder minder gehoben (Blattlappen von Dionaea — vgl. §§ 225, 226 —, Fiederblättchen von Mimosa), wenn die sich concav krümmende Seite oben liegt, gesenkt (das ganze Blatt von Mimosa), wenn nur die Unterseite reizbar ist.

Nach einiger Zeit nehmen die erschlafften Zellen wieder Wasser auf; ihr Turgor steigert sich und das Volumen der einzelnen Zellen wie des ganzen gereizten Gewebes wird dadurch vergrössert, die vorher concave Seite allmählich wieder gestreckt bis convex, das Organ für einen neuen Reiz empfindlich.

Der Reiz selbst wirkt wahrscheinlich unmittelbar nur auf das Protoplasma, welches durch ihn für Wasser permeabeler wird und, da es der Zellwand dicht anliegt, dieses auch durch letztere filtriren lässt. Die Membran selbst verliert wohl kein Wasser, sondern folgt nur in Folge ihrer Elasticität dem sich contrahirenden Plasma und dehnt sich abermals, wenn dieses durch neue Zufuhr von Wasser selber wieder ausgedehnt wird.

321. Bei Mimosa pudica besitzt das doppelt gefiederte Blatt ein reizbares Organ von 4—5 Mm. Länge und 2—2,5 Mm. Durchmesser an der Basis des Hauptstieles, etwa halb so starke Bewegungsorgane an der Basis jeder Fieder erster Ordnung, beide Organe auf der Unterseite reizbar, während die noch kleineren Bewegungsorgane der Fiederchen auf Reiz der Oberseite sich krümmen. Eine Erschütterung der ganzen Pflanze bewirkt Bewegung sämmtlicher Blätter in der Weise, dass sich in Folge concaver Krümmung ihrer Unterseite die Blattstiele senken, dass die Fiedern erster Ordnung nach vorne und die Fiederchen nach vorne und oben sich zusammenlegen.

Dasselbe geschieht aber auch, wenn bei einer sehr empfindlichen Pflanze nur ein Fiederchen gereizt wird. Berührt man das Bewegungsorgan eines der letzten Blättchen, so legt sich das betreffende Paar sofort zusammen, dann das zunächst unter demselben stehende, das dritte u. s. w. bis zur Basis der Fieder. Dann folgen die Blättchen der benachbarten Fiedern von unten nach oben, die Fiedern schlagen nach vorne zusammen und zuletzt senkt sich das ganze Blatt. Nach einiger Zeit beginnt ein nächst unteres oder oberes Blatt ähnliche Bewegungen und dann noch weiter entfernte Blätter: der Reiz pflanzt sich von einer einzelnen berührten Stelle aus fort.

322. Diese Fortpflanzung des Reizes beruht darauf, dass das aus den Zellen des gereizten Gewebes austretende Wasser eine Bewegung des Wassers in den Wänden und nicht communicirenden Zellhöhlungen des Gefässbündels hervorruft, welche ihrerseits wieder eine Veränderung des Wassergehaltes in dem reizbaren Parenchym benachbarter Organe und somit Bewegung dieser bewirkt. Bewiesen wird dieses dadurch, dass nach dem Durchschneiden der Unterseite des Blattstielpolsters bei jedem nach Erholung der Pflanze später erfolgenden Reize auch jedesmal ein Wassertropfen aus der Schnittfläche tritt. Ebenso findet ein Reiz statt, wenn man vorsichtig unterhalb eines Blattes einen queren Einschnitt in den Holzkörper

des Stengels macht. Der sofort austretende Wassertropfen setzt das Wasser des Stengels und von diesem aus dasjenige des Blattes in Bewegung und verursacht dadurch die entsprechende Aenderung in der Gewebespannung der reizbaren Polster. Wird endlich ein Blatt einer Mimosa so befestigt, dass es sich bei Reizung nicht bewegen kann, so sieht man bei leiser Berührung der Unterseite des Blattstielpolsters blitzschnell das Gewebe desselben von der Berührungsstelle aus dunkler werden. Es rührt dieses daher, dass das in die Intercellularräume austretende Wasser Luft aus diesen verdrängt, so dass weniger Licht durchgelassen wird.

323. Wird vom Blattstielpolster einer Mimosa die obere Hälfte des Parenchyms bis zum Fibrovasalstrange weggeschnitten, so richtet sich der Stiel nach Aufhören des Reizes steiler auf, als vorher und bleibt auch später schwach reizbar. Schneidet man dagegen das Parenchym der Unterseite fort, so senkt sich der Stiel steil nach unten und verliert seine Reizbarkeit ganz. Spaltet man das gekrümmte Blattstielpolster eines abgeschnittenen Blattes in eine obere und untere Hälfte, so wird letztere fast gerade, erstere krümmt sich noch stärker convex. Spaltet man das Polster durch zwei parallele Längsschnitte in eine mittlere, das Gefässbündel enthaltende Lamelle und einen oberen und unteren Parenchymstreifen, so krümmt sich der letztere ein wenig nach aufwärts, der obere Parenchymstreifen dagegen stark abwärts und beide werden zugleich länger, als die Mittellamelle mit Gefässbündel. In Wasser gelegt nimmt dann der untere Parenchymstreifen rascher und mehr Wasser wieder auf, als der obere; er krümmt sich daher in Folge des stärker werdenden Turgors sehr kräftig in die Höhe und strebt den axilen Fibrovasalstrang aufwärts zu drücken, während das obere Parenchym ihn abwärts beugt. Derartige Versuche bestätigen noch weiter das in den §§ 320 und 321 Gesagte.

Der Mimosa pudica ähnlich verhalten sich auch andere Arten der Gattung, ferner Acacia lophantha, Robinia, viele Arten von Oxalis etc. Nur erfolgt bei den meisten dieser Pflanzen die Bewegung erst auf sehr heftige Erschütterungen.

324. Die S t a u b g e f ä s s e mancher Cynareen (Centaurea, Cynara, Cnicus, Carduus, Onopordon) und Cichoriaceen (Hieracium, Cichorium) sind zur Zeit, wo der Pollen aus den Antheren entlassen wird, ihrer ganzen Ausdehnung nach sehr reizbar. Ihre Filamente sind convex nach auswärts gebogen, verkürzen sich aber auf Berührung oder Erschütterung derart, dass sie sofort gerade werden, die den Griffel umfassende Antherenröhre nach abwärts ziehen und damit die Entleerung eines Theiles des Pollens bewirken, um sich dann sehr bald durch Krümmung wieder zu verlängern. Reizung eines Filamentes hat auch die der anderen Staubfäden zur Folge, bei der Enge der Corolle gewöhnlich auch eine Bewegung dieser. Streift man daher leise mit dem Finger über einen Blüthenkopf hin, so kommen alle Blüthen in lebhafte Bewegung.

325. Auch hier ist Wasseraustritt aus den stark turgescirenden Zellen des Parenchyms in die Intercellularräume desselben Ursache der Spannungsveränderungen, wie schon daraus hervorgeht, dass ähnlich, wie bei Mimosa, auch aus einem Einschnitte in das Filament solcher Staubgefässe auf einen

neuen Reiz der Austritt eines Wassertropfens erfolgt. Dass der axile Fibrovasalstrang sehr elastisch ist und daher nach Aufhören seiner Dehnung durch das stark turgescirende Parenchym eine sofortige Kürzung des Filamentes verursachen kann, geht schon daraus hervor, dass letzteres sich auf das Doppelte seiner Länge dehnen lässt und sich dann auf seine ursprüngliche Länge wieder zusammenzieht.

Die Staubgefässe von Berberis und Mahonia, die sich durch das Fehlen der Intercellularräume im Parenchyme auszeichnen, sind nur auf der Innenseite der Basis ihrer nach aussen zurückgeschlagenen Filamente reizbar, die bei erfolgender Berührung ihre Innenseite concav krümmen und dadurch die Antheren gegen die Narbe bewegen.

326. Reizbare weibliche Geschlechtsapparate sind seltener. Ausgezeichnet ist unter ihnen die Griffelsäule von Stylidium, welche im normalen Zustande knieförmig herabgebogen ist, bei Berührung am Knie aber in die entgegengesetzte Richtung überschnellt, damit jedoch zugleich ihre Reizbarkeit verloren hat.

Auf Berührung ihrer Innenseite legen sich ferner die Narbenlappen verschiedener Pflanzen (Mimulus, Goldfussia, Martynia) zusammen.

2. Variationsbewegungen in Folge von Licht- und Temperaturschwankungen.

327. Die auf Reiz beweglichen Blätter der Leguminosen und Oxalideen, aber auch die Blätter mancher anderen, keine Reizbewegung zeigenden Pflanzen (Marsiliaceen; Phaseolus und andere Papilionaceen) sind für Lichtwechsel in der Weise empfindlich, dass jede Verdunkelung und nachfolgende Beleuchtung Bewegungen verursacht, welche den durch Reiz hervorgerufenen gleichen und auch durch dieselben Bewegungsorgane vermittelt werden. So legen sich die Blätter der Mimosa pudica Abends genau so zusammen, wie bei stattfindender Berührung, und ihre Blättchen breiten sich am nächsten Morgen auch in gleicher Weise wieder aus.

328. Die durch Verdunkelung hervorgerufene Zusammenfaltung der Blätter wird als Nachtstellung (Schlafstellung), die durch Beleuchtung bewirkte Entfaltung als Tagstellung bezeichnet. Die Richtung der Blättchen ist in beiden Fällen für die betreffende Art constant, für verschiedene Arten aber verschieden. So sind in der Nachtstellung die Blättchen von Mimosa und Tamarindus nach vorne und aufwärts, die von Tephrosia caribaea nach hinten zusammengelegt; die Blättchen von Phaseolus, Lupinus, Glycyrrhiza, Robinia, Oxalis etc. sind abwärts, die von Vicia, Trifolium, Lotus, Lathyrus, Marsilia u. a. aufwärts zusammengeschlagen; aufwärts bewegt sich der Blattstiel bei Phaseolus, abwärts bei Mimosa.

Die Empfindlichkeit für Lichtreiz ist bei den verschiedenen Arten sehr ungleich; bei manchen wirkt schon eine Beschattung. Ebenso ist die durch Lichtschwankung bewirkte Bewegung um so energischer, je längere Zeit vorher der entgegengesetzte Zustand dauerte.

329. Ursache der Bewegung selbst ist auch in diesen Fällen die sich ändernde Gewebespannung in Folge veränderten Turgors der Zellen. Die durch Verdunkelung erfolgende Nachtstellung ist aber (gerade entgegen-

gesetzt der durch Reiz bewirkten Bewegung (§ 320), mit Zunahme des Wassergehaltes, also mit Steigerung des Turgors, — die in Folge der Beleuchtung eintretende Tagstellung mit Wasserverlust, demnach Verminderung des Turgors verbunden. Dass nun dennoch eine Krümmung des Bewegungsorganes eintritt, liegt darin, dass die Turgescenz sich stets auf der einen Seite energischer und rascher ändert, als auf der entgegengesetzten. Nimmt also z. B. in dem Blattstielpolster einer Mimose der Wassergehalt mit Verdunkelung in der oberen Hälfte des Parenchyms rascher und bedeutender zu, als in der unteren Hälfte desselben, so muss die obere Seite des Bewegungsorganes convex, die untere concav werden, das ganze Blatt sich senken; es hebt sich wieder, wenn bei eintretender Beleuchtung die obere Hälfte des Polsters mehr Wasser abgiebt, als die Unterseite, die nun convex wird.

Wird das Bewegungsorgan unmittelbar von einer Temperatursteigerung betroffen, so tritt in Folge der entsprechenden Aenderungen im Turgor Nachtstellung ein (Oxalis, Phaseolus). Gleichzeitige Steigerung der Lichtintensität und Wärme bewirkt eine bald mehr der Tag-, bald mehr der Nachtstellung genäherte Lage der Blatttheile, je nachdem die Licht- oder Wärmewirkung überwiegt.

3. Spontane Variationsbewegungen.

330. Gegenüber den in den §§ 320—329 dargestellten paratonischen Variationsbewegungen treten die spontanen nur dann merklich hervor, wenn sie mit bedeutenderer Energie ausgeführt werden, wie es z. B. an den Seitenblättchen von Hedysarum gyrans der Fall ist. Diese bewegen sich mit ihrer Spitze ungefähr im Kreise herum, so dass die Mittelrippe etwa eine Kegelfläche beschreibt. Jeder Umlauf dauert 2—5 Minuten, und die Bewegung findet sowohl im Finstern, als im Lichte statt, wenn nur die Temperatur eine genügend hohe (22—25°) ist.

Bei den meisten Pflanzen überwiegt jedoch die tägliche periodische Bewegung in der Weise, dass sie die spontane verdeckt (Trifolium, Mimosa, Oxalis) und diese nur in constanter Finsterniss deutlicher hervortritt. So beträgt z. B. an dem Endblättchen von Trifolium pratense der Schwingungsbogen noch 40—150° in Zeit von 1½—4 Stunden.

Dass derartige Bewegungen mit den vorigen auf gleiche Ursache zurück zu führen sind, unterliegt wohl keinem Zweifel. Sie kommen wahrscheinlich dadurch zu Stande, dass abwechselnd die eine und die andere Hälfte des Bewegungsorganes der entgegengesetzten einen Theil des Wassers entzieht, dass also die eine Hälfte des Gewebes um so viel an Turgor zunimmt, als die andere verliert.

4. Vorübergehende Starrezustände der Bewegungsorgane.

331. Gehen bei periodisch beweglichen und reizbaren Organen die äusseren Einflüsse über ein gewisses Maass hinaus, so treten Starrezustände ein, während welcher keine Bewegung stattfindet. Wird dabei das Organ nicht getödtet, so erhält dasselbe bei Einführung normaler Verhältnisse seine Beweglichkeit wieder.

Derartige Zustände können durch zu niedere oder zu hohe Temperatur herbeigeführt werden: Kältestarre, bei unter 15° C. und Wärmestarre, bei über 40° C. Lufttemperatur für Mimosa eintretend, um so rascher, je weiter diese Grade überschritten werden. Sie treten ein, wenn die Pflanze einige Tage nicht begossen wird: Trockenstarre (nur bei Mimosa beobachtet); oder wenn sie einige Zeit im luftleeren oder in einem mit Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Aether- oder Chloroformdämpfen gefüllten Raume verweilt (Mimosa, Staubgefässe von Berberis), oder wenn rasch hinter einander stärkere Erschütterungen (Mimosa), oder wenn elektrische Ströme (Griffelsäule von Stylidium) einwirken. Dabei werden die Blättchen einer Mimose manchmal geschlossen (Wärmestarre), ein andermal bleiben sie völlig geöffnet (Trockenstarre).

332. Dunkelstarre, die nur an chlorophyllhaltigen Organen beobachtet wird, tritt dann ein, wenn die betreffende Pflanze einen oder mehrere Tage in einem dunkelen Raume gehalten wird. Bringt man z. B. eine Mimose Abends in einen Dunkelapparat, so treten zwar zunächst mit grosser Regelmässigkeit noch Oeffnungs- und Schliessungsbewegungen der Blättchen ein, welche Morgens und Abends stattfinden und als Nachwirkungsbewegungen bezeichnet werden. Allein diese werden immer schwächer, so dass am zweiten Abend die Blättchen schon nicht mehr zusammenklappen, am dritten Morgen dieselben sich schon nicht mehr horizontal legen, bis sie endlich geöffnet stehen bleiben, der Blattstiel fast horizontal vom Stamme absteht und nun die Pflanze auch gegen Reiz unempfindlich ist. An das Licht gebracht, tritt dann oft erst nach einigen Tagen die Beweglichkeit wieder ein.

7. Die Fortpflanzung.

333. Die Fortdauer der Pflanzenformen wird in erster Linie dadurch mit bedingt, dass sich vom Körper einer Pflanze gewisse Theile loslösen, welche im Stande sind, unter günstigen Existenzbedingungen ein selbstständiges Leben zu beginnen und sich zu einem der Mutterpflanze ähnlichen Individuum zu entwickeln. Da gewöhnlich eine Pflanze mehrere oder viele derartige Fortpflanzungsorgane zu erzeugen vermag, so ist mit der Fortpflanzung zugleich auch eine Vermehrung der Individuen einer Art verbunden.

Die verschiedenen Arten der Fortpflanzung lassen sich als ungeschlechtliche und geschlechtliche unterscheiden.

334. Die ungeschlechtliche (asexuelle) Fortpflanzung ist dadurch charakterisirt, dass der von der Mutterpflanze sich ablösende Theil ohne Mithilfe eines anderen Organes sich zu einer neuen Pflanze entwickelt. Dieses wird bei einer sehr grossen Anzahl von Pflanzen in der verschiedensten Weise erreicht. Manche Pflanzen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Stämme von hinten her absterben und verwesen und dass in Folge dessen die Verzweigungen derselben zu isolirten Pflanzen werden (Moose — viele Rhizome und kriechende Stengel — Ausläufer). Von anderen Pflanzen lassen sich abgeschnittene Zweige als Stecklinge behandeln und zu neuen

Individuen erziehen (§ 129 — Weiden, Pappeln, viele Zierpflanzen); oder Zweige entwickeln sich als Absenker, wenn sie noch in Verbindung mit der Mutterpflanze in die Erde hinabgebogen und erst abgeschnitten werden, nachdem sie sich bewurzelt haben (Nelken). Die schon im § 158 erwähnten Brutknospen gehören ebenfalls hierher. Dieselben sind nicht allein den Gefässpflanzen eigenthümlich, sondern bilden sich auch bei zahlreichen Moosen. Ebenso erzeugen Adventivknospen sehr häufig neue Individuen, besonders dann, wenn sie sich in Wurzeln entwickeln, oder wenn ihre Bildung in Blättern durch geeignete Behandlung veranlasst wird (§ 161).

335. Bei den Flechten lösen sich aus dem Thallus ganze Gruppen von Gonidien, von einer Anzahl Pilzhyphen umsponnen, als die später zu beschreibenden sogenannten Soredien los, um unter günstigen Vegetationsbedingungen zu einem neuen Flechtenthallus heranzuwachsen. Manche der niedrigst organisirten einzelligen Thallophyten endlich vermehren sich nur durch einfache Theilung der Zelle.

Die bis jetzt erwähnten Arten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung werden auch wohl als vegetative Vermehrung bezeichnet.

336. Ihnen gegenüber steht dann eine ungeschlechtliche Fortpflanzung im engeren Sinne, welche durch Erzeugung von Sporen, Brutzellen und Schwärmzellen erfolgt, wie sie nur bei den Kryptogamen beobachtet werden.

Die Sporen sind meistens einzelne Zellen, selten Gruppen von wenigen Zellen (manche Pilze und Flechten). Sie entwickeln sich durch verschiedene Art der Zellbildung im Inneren anderer Zellen (wie z. B. in den sogenannten Schläuchen der Ascomyceten) oder kapselartiger Organe (Sporangium der Farne — Sporogonium der Moose), seltener durch Sprossung oder Abschnürung (§ 63) an eigenthümlich gestalteten Zellen an der Oberfläche oder in Höhlungen sogenannter Fruchtkörper (Basidiomyceten). Immer bezeichnet ihr Auftreten das Ende eines bestimmten Entwickelungsabschnittes, einer Generation im Leben der betreffenden Pflanze, ihre weitere Entwickelung den Beginn einer zweiten Generation.

337. Die Brutzellen sind ebenfalls nur in der Minderzahl der Fälle kleine Zellenkörper, meistens auch einzelne Zellen, welche durch Sprossung und Abschnürung (Conidien der Pilze etc.), seltener im Inneren von Mutterzellen (Mucor, Florideen) gebildet werden. Sie erzeugen durch ihre Keimung immer wieder nur die betreffende Generation, der sie entsprossen waren. Von den Brutknospen sind sie nicht immer strenge zu unterscheiden, da zwischen ihnen und diesen Bindeglieder existiren (Lebermoose).

Als Schwärmzellen (Schwärmsporen) werden bewegliche Primordialzellen (§ 7) bezeichnet, welche sich selbstständig mit Hülfe von Plasmawimpern bewegen (§ 13). Sie finden sich bei einer grossen Anzahl von Algen und bei einzelnen Pilzen (z. B. Saprolegnieen) und erzeugen auch unmittelbar wieder die Generation, aus der sie entstanden waren.

338. Das Wesen der geschlechtlichen (sexuellen) Fortpflanzung spricht sich darin aus, dass bei ihr zwei Zellen in Wechselwirkung treten müssen, um eine neue entwickelungsfähige Zelle zu erzeugen, während jede der beiden Geschlechtszellen für sich allein sich nicht weiter zu entwickeln vermag.

Nur bei den niedrigst organisirten Thallophyten existirt eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht. Wo sie zum ersten Male auftritt, sind es im Wesentlichen gleich gestaltete, meistens gleich grosse und sich bei der Vereinigung ganz gleich verhaltende Zellen, welche die Befruchtung ausführen, zuerst Schwärmzellen (Pandorina), dann unbewegliche Zellen (Spirogyra), wie sie uns in der Classe der Zygosporeen entgegentreten.

In den allermeisten Fällen jedoch sind die als männlich und weiblich bezeichneten Geschlechtszellen von ungleicher Gestalt und auch ungleicher Grösse, oder sonst ungleicher Beschaffenheit.

339. Bei den hierher gehörenden Kryptogamen ist die immer unbewegliche weibliche Zelle stets grösser, als die sich mit ihr vereinigende männliche. Die weibliche Zelle ist ferner meistens ein nacktes Ei, das in der sie erzeugenden aber sich öffnenden Zelle eingeschlossen bleibt, selten vor der Befruchtung ausgestossen wird (Fucaceen); selten ist sie eine mit Membran versehene Zelle (Florideen, Ascomyceten). Die männlichen Zellen sind in der Regel hautlose Spermatozoiden und in den meisten Fällen mit Hülfe von Plasmawimpern frei beweglich; wenn ihnen die Wimpern fehlen, werden sie passiv dem weiblichen Organe entgegengeführt (Florideen). In anderen Fällen sind sie unbeweglich und von einer Membran umgeben; sie wachsen zum weiblichen Organe hin und senden in dieses zur Eizelle einen die Uebertragung des Befruchtungsstoffes vermittelnden Fortsatz (Peronosporeen, Saprolegnieen). Die sonstigen Eigenthümlichkeiten der Sexualorgane der Kryptogamen sollen bei den einzelnen Ordnungen und Familien weiter erörtert werden.

340. In der Gruppe der Phanerogamen ist das gegenseitige Verhältniss der beiderlei Geschlechtszellen ein in allen Abtheilungen mehr übereinstimmendes. Das Ei liegt als nackte Zelle unbeweglich im Embryosacke der Samenknospe, die nur in seltenen Fällen ohne weitere Umhüllung ist, d. h. nicht von einem Fruchtknoten umschlossen wird (Gymnospermen). Die mit derber Membran versehene männliche Zelle, das Pollenkorn, wird passiv der Narbe des weiblichen Organes (Angiospermen), seltener sofort der Mikropyle der Samenknospe (Gymnospermen) zugeführt. Hier entwickelt sie durch Auswachsen einer innersten zarten Membranlamelle den Pollenschlauch, der mit seiner Spitze bis zur Eizelle hinwächst und auf diese seinen befruchtenden Inhalt überträgt.

341. Da keine der beiden Geschlechtszellen für sich allein weiter entwickelungsfähig ist, d. h. da aus keiner für sich allein eine neue Pflanze entsteht, wohl aber eine solche von der weiblichen Zelle erzeugt wird, wenn beide in Wechselwirkung treten, so darf man annehmen, dass durch die männliche Zelle der weiblichen ein befruchtender Stoff zugeführt wird, welcher eben in der weiblichen Zelle einen neuen Entwickelungsprocess anregt. Eine directe Vereinigung der Plasmamassen der Geschlechtszellen wurde bei manchen Algen (Conjugaten, Oedogonium, Vaucheria), bei Moosen und bei Farnen beobachtet. Bei den Saprolegnieen wird der Plasmainhalt des männlichen Organes zwischen die Eizellen des weiblichen entleert, so dass eine Vermischung beider stattfinden kann, und in den Fällen, in welchen eine der beiden Geschlechtszellen von einer geschlossen bleibenden

Membran umgeben ist, darf gewiss auf eine Wechselwirkung auf diosmotischem Wege geschlossen werden.

Bei den meisten Pflanzen veranlasst die Befruchtung nicht allein die Entwickelung des Embryo aus der Eizelle; sie ruft auch am weiblichen Organe weitere Veränderungen hervor, die ohne sie gewöhnlich nicht eintreten, wie die Bildung der Frucht und des Samens bei den Phanerogamen u. s. w.

342. Nur in wenigen Fällen wird eine Weiterentwickelung der Eizellen beobachtet, auch ohne dass eine Befruchtung eingetreten wäre: Parthenogenesis. Die einzig sicheren derartigen Beispiele sind unter den Kryptogamen bei Chara crinita und Saprolegnieen, unter den Phanerogamen bei Caelebogyne ilicifolia (Euphorbiaceae) bekannt. Der Mangel der Befruchtung beruht hier auf völliger Unterdrückung der männlichen Organe an der monöcischen oder diöcischen Pflanze. Bei den Saprolegnieen tritt diese bei fortgesetzter Cultur unter allmählicher Verkleinerung der Pflanzen ein, und ihre parthenogenetisch entwickelte Dauerspore keimt nach kürzerer Ruheperiode, als die aus der befruchteten Eizelle hervorgegangene.

343. Die Erzeugung von Sporen und Geschlechtszellen ist zumal bei den höher organisirten Kryptogamen mit einem Generationswechsel verbunden: die gesammte Entwickelung sondert sich in zwei Abschnitte in der Weise, dass der eine mit der Entwickelung der Geschlechtsorgane schliesst, der zweite mit der Weiterentwickelung der befruchteten Eizelle beginnt und mit der Erzeugung von Sporen endet. Bei den Moosen geht aus der Spore ein meist fadenförmiges, aus verzweigten Zellenreihen bestehendes Gebilde, der Vorkeim, hervor, an welchem sich durch Knospenbildung das beblätterte Moospflänzchen entwickelt. Dieses producirt die als Archegonien und Antheridien bezeichneten Geschlechtsorgane. Die befruchtete Eizelle des Archegoniums aber erzeugt nun einen Embryo, das Sporogonium, in welchem wieder die den Vorkeim entwickelnden Sporen herangebildet werden.

Bei den Farnen entstehen die sporenerzeugenden Sporangien auf der beblätterten Pflanze, die Geschlechtsorgane auf dem blattartigen Vorkeime. Letzterer entspricht als Geschlechtsgeneration dem Vorkeime sammt der beblätterten Moospflanze, das entwickelte Farnkraut als geschlechtslose Generation dem Sporogonium der Moose.

Bei den höher entwickelten Gefässkryptogamen wird der Generationswechsel mehr und mehr verwischt, bis er bei den Phanerogamen sich schliesslich auf die Ausbildung eines eigenthümlichen Gewebes im Embryosacke der Samenknospe, des Endosperms, beschränkt.

Auch in der Gruppe der Thallophyten tritt oft ein Generationswechsel, zumal bei manchen Formen, mehr oder weniger scharf hervor.

Vierter Abschnitt.

Die Gruppen des Pflanzenreiches und ihre natürlichen Familien.

344. Gestützt auf morphologische und die in den §§ 333—343 kurz erörterten Verhältnisse der Fortpflanzung, bringt man zur Zeit die gesammten Pflanzen in folgende Hauptgruppen unter.

I. Abtheilung. Cryptogamae. Kryptogamen (*Sporophyta, Sporenpflanzen. Acotyledones, Pflanzen ohne Keimblätter*). *Die Fortpflanzung geschieht durch Sporen, d. h. durch meist mikroskopisch kleine, einzellige, seltener aus mehreren Zellen zusammengesetzte Organe, denen jede Anlage zu einem Keimlinge oder Embryo fehlt, deren Inhalt vielmehr das gewöhnliche Zellenplasma ist, deren Keimung in einer von der bekannten Keimung der Phanerogamen gänzlich abweichenden Weise erfolgt.*

I. Thallophyta. Lagerpflanzen. Pflanzen ohne Gliederung in Axe und Blatt, ohne Wurzeln, ohne Fibrovasalstränge, zum Theil auch ohne Generationswechsel.

II. Muscineae. Moose. An einem aus der Spore sich entwickelnden Vorkeime entsteht durch Knospung die mit wenigen Ausnahmen in Axe und Blätter gegliederte, aber niemals Wurzeln und Fibrovasalstränge besitzende Pflanze, welche die Geschlechtsorgane trägt. Aus der befruchteten Eizelle geht das die Sporen erzeugende Sporogonium hervor.

III. Cryptogamae vasculares. Gefässkryptogamen. Aus der Spore entsteht der die Geschlechtsorgane tragende Vorkeim (das Prothallium). Die befruchtete Eizelle entwickelt sich zu der mit Fibrovasalsträngen versehenen, in Stamm, Blätter und Wurzeln gegliederten, die Sporen erzeugenden Pflanze.

II. Abtheilung. Phanerogamae. Phanerogamen (*Spermatophyta, Plantae seminiferae, Samenpflanzen. Anthophyta, Blüthenpflanzen*). *Die mit Fibrovasalsträngen versehene, in Wurzeln, Stamm und Blätter gegliederte Pflanze erzeugt aus der in der Blüthe entwickelten Samenknospe und deren Eizelle in Folge der Befruchtung den Samen, welcher einen mehr oder weniger entwickelten Keimling oder Embryo enthält, der sich bei der Keimung zur neuen Pflanze weiterbildet.*

I. Gymnospermae. Nacktsamige. Die Samenknospen sind nackt, d. h. nicht in einen besonderen, von Fruchtblättern gebildeten Behälter, den Fruchtknoten, eingeschlossen, sondern sie stehen frei an der Axe oder am ausgebreiteten Fruchtblatte.

II. Angiospermae. Bedecktsamige. Die Samenknospen entstehen im Inneren eines von zusammenschliessenden Fruchtblättern gebildeten Organes, des Fruchtknotens.

1. Monocotyledones. Einsamenlappige.
2. Dicotyledones. Zweisamenlappige.

I. Abtheilung. Cryptogamae. Kryptogamen.

I. Gruppe. Thallophyta. Lagerpflanzen.

345. Der Körper der Thallophyten ist ein Thallus, der bei den niedersten Formen der Protophyten mit der einzelnen Zelle identisch ist, bei etwas höher entwickelten Gliedern der Gruppe aus einer einfachen oder verzweigten Zellenreihe oder einer Zellenscheibe besteht, bei noch anderen Formen einen vielzelligen, oft mächtigen Gewebekörper bildet, der jedoch nie Fibrovasalstränge besitzt. Eine Sonderung in Wurzel, Stamm und Blatt im Sinne der höheren Pflanzen fehlt, doch tritt bei den vollkommeneren Thallophyten (Fucoideen, Florideen) oft eine Gliederung des Thallus ein, welche der Wurzel, dem Stamme und den Blättern habituell gleichende Organe liefert. Bei den Caulerpen wird diese Differenzirung sogar von der einzelnen Zelle durchgeführt.

346. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung fällt bei den niedersten Formen als oft einzige Fortpflanzungsweise mit der Zelltheilung zusammen. Bei einer grossen Anzahl von Algen, selten bei Pilzen, wird sie ferner durch Schwärmzellen (Schwärmsporen) vermittelt, welche einzeln oder zu mehreren oder vielen aus dem Plasma einer vegetativen Zelle durch Verjüngung oder Theilung entstehen und durch eine in der Zellwand sich bildende Oeffnung ausschwärmen. Sie sind Primordialzellen (§§ 7, 13) von meistens birnenförmiger Gestalt, bei den Pilzen ganz farblos, bei den Algen mit Ausnahme des farblosen Vorderendes grün oder grünbraun (selten roth) gefärbt und häufig noch mit einem im vorderen Theile liegenden rothen Pigmentflecke, sowie mit einer oder zwei contractilen Vacuolen (§ 11) versehen. Die Bewegung der Schwärmzelle wird durch Plasmawimpern (§ 13) vermittelt, welche am Vorderende entweder einzeln (Euglena) oder zu zweien (die meisten Algen), vieren (Ulothrix, Ulva) oder zu vielen in einem Kranze (Oedogonium) sitzen, bei anderen die ganze Oberfläche bedecken (Vaucheria). Bei der Bewegung rotirt die Schwärmzelle um ihre Axe. Die Bewegung ganzer Schwärmzellenmassen in grösseren Wassergefässen hängt zum Theile mit Wasserströmungen zusammen, die in Folge von Temperaturdifferenzen entstehen; zum anderen Theile ist die Bewegung der einzelnen Schwärmzellen aber auch vom Lichte abhängig und demselben entweder zu- oder abgekehrt. Nach kurzer Zeit umgiebt sich die zur Ruhe kommende und abrundende Schwärmzelle mit einer Membran und keimt dann zur neuen Pflanze aus (Fig. 12 c).

Organe der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sind ferner Brutzellen, welche bei den Algen seltener (Florideen), bei den Pilzen fast allgemein vorkommen und hier als Conidien bezeichnet werden. Letztere entstehen fast durchgängig durch Sprossung und Abschnürung an der Spitze von manchmal eigenthümlich gestalteten Myceliumästen und wachsen nach kurzer Zeit zu einem neuen Mycelium aus, oder erzeugen in selteneren Fällen aus ihrem Plasmainhalte Schwärmzellen.

347. Mannigfaltiger gestaltet sich der Vorgang der geschlechtlichen

Fortpflanzung und auf ihn stützt sich im Wesentlichen die von Sachs vorgeschlagene Eintheilung der Thallophyten in die folgenden 4 Classen.

I. Classe. Protophyta. Sexualorgane sind nicht vorhanden.

II. Classe. Zygosporeae. Die sexuelle Fortpflanzung geschieht durch Copulation (Conjugation) meist zweier (nur bei den Schleimpilzen zahlreicher) beweglicher oder unbeweglicher Zellen von gleichartiger Beschaffenheit. Das Product dieser geschlechtlichen Vereinigung ist die Zygospore, welche nach längerer Ruhe entweder Brutzellen oder Schwärmzellen entwickelt oder direct zur neuen Pflanze auswächst. Bei den Schleimpilzen wird durch die Conjugation das Plasmodium und aus diesem der Fruchtkörper mit Sporen erzeugt.

III. Classe. Oosporeae. Die beiden auch äusserlich wesentlich verschiedenen Geschlechtszellen werden als Oogonium (weiblich) und Antheridium (männlich) bezeichnet. In dem Oogonium entstehen eine oder mehrere Eizellen, welche von den im Antheridium entwickelten frei beweglichen Spermatozoiden oder dadurch befruchtet werden, dass ein Fortsatz des Antheridiums in das Oogonium hineinwächst und hier entweder sich der Eizelle nur anlegt, oder seinen befruchtenden Plasmainhalt zwischen die Eizellen entleert. Das befruchtete Ei umhüllt sich mit einer Membran und erzeugt (gewöhnlich nach längerer Ruheperiode) entweder Schwärmzellen oder direct eine neue Pflanze.

IV. Classe. Carposporeae. Durch die Wechselwirkung der beiden ungleichen Geschlechtsorgane entsteht aus dem weiblichen derselben ein mehr oder minder vollkommen ausgebildeter Fruchtkörper (Sporenfrucht — Sporocarpium), in dem oder an welchem die Sporen erzeugt werden.

348. Eine Anzahl von Ordnungen und Familien, von denen man die Befruchtung nicht kennt, oder bei der sie angezweifelt wird (höhere Pilze), muss vorläufig in dieses System da eingereiht werden, wo sonstige Verwandtschaftsverhältnisse annähernd den passendsten Platz bestimmen. Wie jedes andere System, so leidet ferner auch das hier gegebene an gewissen Mängeln, die ausser in den grossen Lücken in unserer Bekanntschaft mit der Entwickelungsgeschichte namentlich darauf beruhen, dass viele Gattungen, Familien u. s. w. gleichzeitig zu mehreren anderen Gruppen verwandtschaftliche Beziehungen zeigen, dass überhaupt die Organismen naturgemäss sich nicht in eine fortlaufende, kettenartige Reihe ordnen lassen, wie dies bei Betrachtung derselben auf dem Papiere eintreten muss.

349. Die früher und auch jetzt noch vielfach gebräuchliche Eintheilung der Thallophyten in Algen, Flechten und Pilze muss als unhaltbar aufgegeben werden, da sich die Flechten als auf Algen schmarotzende Schlauchpilze erwiesen haben, für die Pilze aber nur der Mangel des Chlorophylls als einziges, doch unzulängliches Unterscheidungsmerkmal gefunden werden konnte, das bei den in gleicher Lage befindlichen Phanerogamen als solches längst keine derartige Bedeutung mehr hat. Die Pilze sind daher Parasiten oder Saprophyten (§§ 44, 224, 228). Sie vegetiren an der Oberfläche oder im Inneren ihres Nährsubstrates fast durchgängig mit einem Mycelium, das in selteneren Fällen aus einer verzweigten schlauchförmigen Zelle, meistens aus vielfach verzweigten Zellenreihen besteht, bei höheren

Formen auch wohl aus solchen Zellenreihen zusammengesetzte bindfadenartige oder plattenförmige, verzweigte Stränge bildet. Wo das Mycelium in den Intercellularräumen oder an der Oberfläche seiner Nährpflanze wuchert, werden gewöhnlich besondere, als Haustorien bezeichnete Aeste von demselben in die Zellen gesendet, um aus diesen die Nährstoffe aufzunehmen. In anderen Fällen werden die Zellen oder die Zellwände selbst vom Mycelium durchwachsen und dadurch zerstört.

I. Classe. Protophyta.

350. Thallophyten von sehr einfachem Bau, aus einzeln oder in Familien lebenden Zellen oder Zellenreihen bestehend, bilden diese Classe. Die Zellhaut ist sehr häufig gallertartig und geschichtet, oft sogar in eine structurlose Gallerte aufgelöst. Der Zelleninhalt ist farbloses oder grün oder blaugrün gefärbtes Plasma. Die Vermehrung findet meistens durch Theilung der Zellen, seltener ausserdem durch Bildung von Schwärmzellen oder unbeweglichen Brutzellen, oder bei den höchstorganisirten Formen noch durch Entwickelung sporenartiger Zellen statt. Geschlechtliche Fortpflanzung ist unbekannt.

351. Die Protophyten leben im Wasser, oder an feuchten Orten, einige pseudoparasitisch in verschiedenen Pflanzen. Die chlorophylllosen Formen kommen auf der Oberfläche organischer Körper oder in Flüssigkeiten vor, welche organische Verbindungen gelöst enthalten, deren Zersetzung sie veranlassen. Die hierher gehörenden Familien lassen sich etwa folgendermaassen zusammenstellen.

I. Chlorophyllhaltige Formen (Algen).
- A. Protoplasma durch reines Chlorophyll grün gefärbt: **Chlorophyllophyceae.** Einzige Familie: Palmellaceae.
- B. Protoplasma durch das Zusammenvorkommen von Chlorophyll und Phycocyan blaugrün gefärbt: **Cyanophyceae.**
  1. Zellen einzeln oder in verschieden gestalteten Familien lebend, nie zu Fäden vereinigt: Chroococcaceae.
  2. Zellen Fäden bildend.
     - a. Fäden am unteren Ende mit einer kugeligen, farblosen Grenzzelle, am oberen Ende lang peitschen- oder haarförmig zugespitzt: Rivulariaceae.
     - b. Grenzzellen in den gleichmässig starken, nie peitschenartig zugespitzten Fäden meistens interstitiell.
       - * Fäden cylindrisch, aus scheibenförmigen Zellen gebildet.
         - 0 Fäden mit Scheinästen: Scytonemaceae.
         - 00 Fäden mit echter Astbildung: Sirosiphoneae.
       - ** Fäden perlschnurförmig, aus rundlichen Zellen gebildet: Nostocaceae.
     - c. Fäden ohne Grenzzellen und ohne Aeste, mit cylindrischen Zellen: Oscillariaceae.

II. Chlorophyllfreie Formen (Pilze).
- A. Vermehrung durch gewöhnliche Zelltheilung: **Schizomycetes.** Familie: Bacteriaceae.
- B. Vermehrung durch Sprossung und Brutzellen: **Saccharomycetes.** Familie: Saccharomycetes.

I. Reihe. Chlorophyllhaltige Formen (Algen).

1. Ordnung. Chlorophyllophyceae.

352. Das Zellenplasma ist durch Chlorophyll rein grün gefärbt.

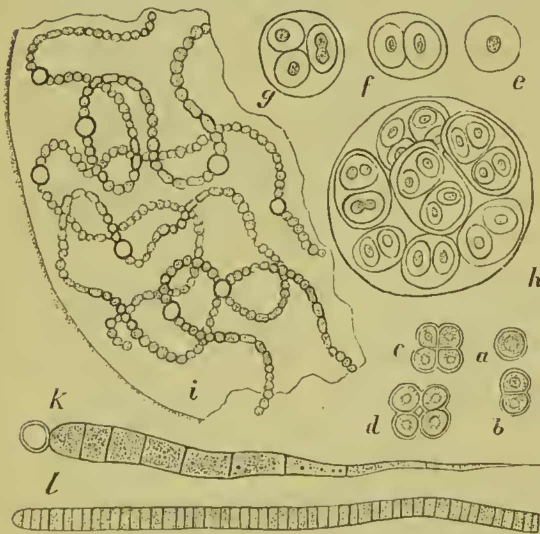
(Familie 1.) Palmellaceae. Die hierher gehörenden Formen sind stets einzellige Algen, welche entweder einzeln oder in Familien beisammen leben, deren Zellen jedoch nie

durch eine Einschnürung in zwei symmetrische Hälften getheilt sind, wie bei den äusserlich oft ähnlichen Desmidiaceen. Grün gefärbte Zellen, welche früher hierher gerechnet wurden (wie Arten der Gattung Pleurococcus, Fig. 45 *a—d*), sind oft die Ruhezustände anderer Algen. Andere Gattungen entsprechen in Form und Lebensweise Gattungen der Cyanophyceen. So ist gewissermaassen Gloeocystis eine chlorophyllhaltige Gloeocapsa; Dictyosphaerium ahmt die Gattung Coelosphaerium, Pleurococcus die Gattung Chroococcus, Stichococcus die Gattung Synechococcus der Cyanophyceen nach. — Die Gattungen werden zum Theil nach den bei der Zelltheilung befolgten Richtungen des Raumes, ferner nach der Beschaffenheit der Membranen unterschieden. Bei einigen derselben (Gloeocystis, Apiocystis) kennt man Fortpflanzung durch Schwärmzellen. Cystococcus humicola und Pleurococcus vulgaris, zum grossen Theile die grünen Anflüge auf Baumrinde, an alten Bretterzäunen u. s. w. bildend, gehören zu den gewöhnlichsten Gonidienformen im Thallus der Laub- und Krustenflechten.

2. Ordnung. Cyanophyceae.

353. Sämmtliche hierher gehörenden Algen zeichnen sich durch das Vorkommen eines blauen (seltener violetten oder purpurrothen), in Wasser löslichen und carminroth fluorescirenden, in Alkohol und Aether unlöslichen Farbstoffes (Phycocyan, Phycochrom) im Plasma aus, der mit dem Chlorophyll zusammen letzterem eine meist spangrüne, blaugrüne oder bräunlichgrüne Färbung ertheilt, und der aus seiner Lösung durch Alkohol, Säuren und Metallsalze als blaue, durch Kali und Ammoniak als farblose Gallerte gefällt wird.

Fig. 45.



354. (Fam. 2.) Chroococcaceae. Einzeln oder in Familien im Wasser und an feuchten Orten lebende einzellige Algen, deren Zellen abwechselnd nach zwei oder drei Raumrichtungen oder auch nur in einer Richtung sich theilen, dann aber sich verschieben, so dass keine fadenförmigen Familien entstehen.

Chroococcus: Zellen kugelig, mit dünner Membran, sich nach allen drei Richtungen des Raumes theilend, einzeln, oder in kleine kugelige oder würfelförmige Familien vereinigt. — Gloeocapsa: wie vorige Gattung, aber die Familien mit dicken, wiederholt in einander geschachtelten Gallertmembranen (Fig. 45 *e—h*). Man kennt sporenartige, mit warziger oder stacheliger Membran umgebene Fortpflanzungszellen, die durch Theilung eine neue Colonie erzeugen. — Aphanocapsa: eine Gloeocapsa mit zu structurloser Gallerte zusammenfliessenden Membranen. — Coelosphaerium: in einer kugeligen Gallertmasse liegen die sich nur nach zwei Richtungen theilenden Zellen zu einer hohlkugeligen Familie vereinigt, deren einzelne Zellen durch vom Mittelpunkte der Colonie ausstrahlende, wiederholt gabelig verzweigte, dichtere Gallertstränge verbunden sind. — Merismopedia: die sich übers Kreuz theilenden kugeligen Zellen bilden in einer structurlosen Gallertmasse tafelförmige Familien.

Fig. 45. *a—d* Pleurococcus vulgaris in verschiedenen Zuständen der Theilung. *e—h* Eine Gloeocapsa in verschiedenen Stadien der Theilung. *i* Stück vom Umfange einer Nostoc-Colonie. *k* Rivularia. *l* Oscillaria. — Vergr. 240.

— Gloeothece: cylindrische Zellen sich nur in einer Richtung theilend, sonst wie Gloeocapsa. — Synechococcus: wie Gloeothece, aber nicht in Gallerte eingebettet.

Chroococcus und Gloeocapsa kommen als Gonidien namentlich bei manchen Gallertflechten vor.

355. (Fam. 3.) Oscillariaceae. Cylindrische, unverzweigte, nie haarartig zugespitzte Fäden, aus scheibenförmigen, sich nur nach einer Richtung theilenden Zellen ohne Grenzzellen und Dauerzellen bestehend (Fig. 45 *l*). Viele Arten zeigen schwingende Bewegung verbunden mit einem Vor- und Rückwärtskriechen des Fadens.

Bewohner des süssen Wassers oder feuchter Orte, oft in Gallertscheiden liegend oder grössere Gallerthäute bildend. Gattungen sind Oscillaria (Fäden beweglich, meist gerade), Spirulina (Fäden korkzieherartig gewunden, spiralig vor- und rückwärts beweglich), Phormidium etc.

356. (Fam. 4.) Nostocaceae. In einer im Wasser schwimmenden oder auf feuchter Erde lebenden, verschieden gestalteten, meistens structurlosen Gallerthülle liegen (vielfach gewundene) Fäden aus kleinen, kugeligen, perlschnurartig aneinander gereihten Zellen, zwischen denen sich in gewissen Abständen etwas grössere Zellen mit dickerer Membran und gewöhnlich gelblichem Inhalte (Grenzzellen, Heterocysten) finden. Die Vermehrung der Zellen findet durch Theilung senkrecht zur Längsaxe des Fadens statt. Die Grenzzellen entstehen aus gewöhnlichen Zellen durch stärkeres Wachsthum, theilen sich aber nicht. Andere vegetative Zellen gestalten sich zu dickwandigen, warzigen, mit Oeltröpfchen im Inhalte versehenen Dauerzellen (Sporen) um, die nach erfolgtem Austrocknen durch Austritt des Inhaltes durch die reissende Membran und durch wiederholte Theilung desselben einen neuen Faden bilden, dessen Gallerthülle aus den quellenden Zellmembranen hervorgeht.

Die Gattung Nostoc (Fig. 45 *i*) vermehrt sich ausser durch Sporen noch dadurch, dass aus der sich verflüssigenden Gallertmasse die zwischen den Grenzzellen liegenden Fadenstücke in Folge schlängelnder Bewegung herauskriechen, so dass nur die Grenzzellen zurückbleiben. Die Zellen jedes Fadens strecken sich dann in die Breite, theilen sich wiederholt parallel der Längsaxe und die entstandenen Fäden legen sich mit ihren Enden zu einem einzigen gewundenen, nun die Gallerthülle ausscheidenden Faden an einander, in welchem dann einzelne Zellen zu Grenzzellen werden. Nostoc-Colonien trifft man häufig pseudoparasitisch in Intercellularräumen und Hohlräumen des Gewebes anderer Pflanzen (Wurzeln von Cycas, Stamm von Gunnera; im Gewebe von Laub- und Lebermoosen sind sie oft als Brutknospen derselben beschrieben worden). Nostoc liefert ferner die Gonidien für eine grosse Anzahl von Gallertflechten, für Panharia, Peltigera canina etc. — Andere Gattungen sind Cylindrospermum, Anabaena u. s. w.

357. (Fam. 5.) Scytonemaceae. Fäden cylindrisch, von gallertartigen, oft geschichteten Scheiden umgeben, die Zellen sich nur nach einer Richtung senkrecht zur Längsaxe des Fadens theilend. Grenzzellen meistens vorhanden. Zweigbildung findet durch seitliches Hervorwachsen eines Fadenstückes unter Durchbrechung der Scheide statt.

Die geschichteten Gallertscheiden sind oft von eigenthümlicher Gestalt. Bei Scytonema bilden sie am fortwachsenden Zweigende langgezogene, bei Arthrosiphon sehr kurze, in einander geschachtelte Trichter; bei Schizothrix sind sie von der Mündung aus in fadenförmige Fetzen zerschlitzt. Scytonema bildet die Gonidien bei Flechten aus den Gattungen Heppia, Pannaria u. s. w.

358. (Fam. 6.) Sirosiphoneae. Fäden cylindrisch oder nahezu cylindrisch, nicht in eine Haarspitze verlängert, mit Grenzzellen, in Gallertscheiden eingeschlossen und mit echter Zweigbildung. Letztere erfolgt durch

Längstheilung einer Gliederzelle, deren eine Tochterzelle dann senkrecht zur Längsaxe des Fadens weiter wächst.

Bei Siresiphon wird der Faden durch Längstheilung der Zellen mehrreihig. Arten dieser Gattung bilden die Gonidien der Flechtengattungen Ephebe und Spilonema.

359. (Fam. 7.) Rivulariaceae. In einer im Wasser frei schwimmenden oder angewachsenen, bis nussgrossen Gallertmasse liegen radienartig geordnete, peitschenförmige, gegliederte Fäden, deren Basis von einer Grenzzelle (Basilarzelle) eingenommen wird, deren Endzellen sich allmählich verlängern und haarartig verschmälern (Fig. 45 *k*). Die Fäden verlängern sich durch Quertheilung ihrer Zellen und vermehren sich dadurch, dass eine untere Gliederzelle zur neuen Grenzzelle wird und das unter dieser gelegene Fadenstück sich durch Theilung und Verschmälerung seiner Endzellen zu einem vollständigen Faden gestaltet, der sich neben dem Schwesterfaden hinausschiebt.

Die Ueberwinterung geschieht durch Sporen. Die der Grenzzelle zunächst liegende Gliederzelle jedes Fadens wächst zu einer cylindrischen, derbwandigen Zelle (dem Manubrium) aus, welche 10—14mal so lang als breit ist, von einer Gallertscheide umgeben wird und so die allein während des Winters übrig bleibende Spore darstellt. In dieser theilt sich im nächsten Frühjahre der Inhalt in zunächst 4—8 cylindrische, einen Faden bildende Zellen, die sich weiter durch Zweitheilung vermehren, sich dann abrunden und dabei den Faden um so dünner und länger werden lassen, je mehr sie sich theilen. Gleichzeitig wird die Manubriummembran gestreckt, endlich ein oberes kappenförmiges Stück derselben abgestossen, der junge, aus 120 bis 150 Zellen bestehende Keimfaden kriecht heraus und seine beiden Enden spitzen sich haarförmig zu. Dann zerfällt er in 5—7 Stücke, von denen jedes sich durch Verschmälerung seines einen Endes und Bildung der Grenzzelle am anderen Ende in einen Rivulariafaden umgestaltet und so mit den übrigen die erste kleine, bereits mit einer Gallerthülle sich umgebende Colonie bildet.

Rivularien bilden die Gonidien der Flechtengattung Lichina.

II. Reihe. Chlorophyllfreie Formen (Pilze).

3. Ordnung. Schizomycetes.

360. (Fam. 8.) Bacteriaceae. Aeusserst kleine, sich durch Zelltheilung nach einer Richtung, bei wenigen nach mehreren Richtungen vermehrende, einzellige Protophyten, die einzeln frei leben oder zu Fäden aneinander gereiht sind oder colonienweise in Gallertmassen eingebettet liegen (Zoogloea-Formen), die durch Quellung der Membranen entstehen und gewöhnlich schon mit blossem Auge als schleimige Flocken, Tropfen, Häute etc. erkennbar sind. Bei Bacillus kann sich der Inhalt einer jeden Zelle unter Umhüllung mit einer Membran zu einer rundlichen Spore gestalten, welche noch nach einer längeren Ruhezeit zu keimen vermag, indem die Sporenhaut reisst und ihr von einer zarten Zellhaut umgebenes Plasma sich zur neuen Zelle streckt. Einzelne Gattungen stimmen mit gewissen Typen der Cyanophyceen (Beggiatoa mit Oscillaria, Spirillum mit Spirulina etc.) so auffallend überein, dass sie gewissermaassen nur farblose Formen dieser darstellen und Bacteriaceen und Cyanophyceen auch wohl zu einer Gruppe (Schizophytae *Cohn*) vereinigt werden.

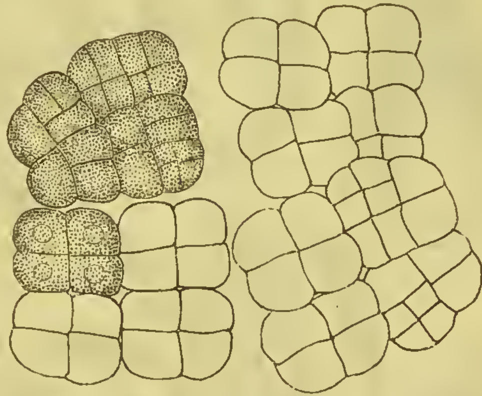
361. Die wichtigsten Gattungen lassen sich in folgender Weise übersichtlich zusammenstellen.

I. Zellen nicht zu Fäden verbunden, nach der Theilung meist sofort auseinander fallend, frei oder durch Gallerte zu Colonien (Zoogloea) vereinigt.
  A. Zellen nur nach einer Richtung sich theilend.
    1. Zellen kugelig: Micrococcus (Fig. 46 *a*).
    2. Zellen elliptisch oder kurz cylindrisch: Bacterium (Fig. 46 *b*).
  B. Zellen sich regelmässig übers Kreuz nach den drei Raumrichtungen theilend und daher kubische, aus 4, 8, 16 oder mehr Zellen bestehende, aber später auseinander fallende Familien von der Form kreuzweise geschnürter Packete bildend: Sarcina (Fig. 47).
II. Zellen zu cylindrischen Fäden verbunden.
  A. Fäden gerade.
    1. Fäden sehr dünn und kurz, stäbchenförmig: Bacillus (Fig. 46 *c*).
    2. Fäden sehr dünn und lang: Leptothrix.
    3. Fäden stark und lang: Beggiatoa.
  B. Fäden wellig oder spiralig.
    1. Fäden kurz und starr.
      a. Fäden schwach wellig gebogen: Vibrio (Fig. 46 *d*, *e*).
      b. Fäden spiralig: Spirillum (Fig. 46 *f*).
    2. Fäden eine lange, eng gewundene, flexile Schraube bildend: Spirochaete.

Fig. 46.



Fig. 47.



362. Viele Bacterien sind äusserst lebhaft beweglich (z. B. Bacterium Termo, Beggiatoa, Vibrio, Spirillum, Spirochaete); bei manchen kennt man schwingende Wimpern (Fig. 46 *f*), welche die Bewegung vermitteln. Im Zoogloea-Zustande sind alle Formen unbeweglich. — Die Bacterien bewohnen Flüssigkeiten und organische Stoffe, in denen sie Zersetzung und damit Gährung und Fäulniss bewirken. Nach physiologischen Eigenthümlichkeiten pflegt man zu unterscheiden: a. Chromogene oder Pigment-Bacterien, welche unter Zutritt der Luft eigenthümliche Farbstoffe erzeugen, von denen einige in ihren Reactionen eine auffallende Uebereinstimmung mit den gleichartigen Anilinfarben zeigen. Von diesen ist Micrococcus prodigiosus als Erzeuger sogenannter „blutender" Kartoffeln, Hostien, rother Milch etc. am bemerkenswerthesten. Bacterium syncyaneum verursacht die „blaue" Milch. b. Zymogene oder Ferment-Bacterien veranlassen gewisse Gährungen. So ist Micrococcus ureae das Ferment bei der alkalischen Gährung des Harnes und Bacterium Termo das wichtige Ferment der Fäulniss, ohne das keine Verwesung organischer Substanzen stattfindet. c. Pathogene Bacterien heissen solche, welche bei gewissen Krankheiten im thierischen Organismus auftreten und von denen nachgewiesen ist oder man annimmt, dass

Fig. 46. *a* Micrococcus prodigiosus. — *b* Bacterium Lineola, einfach und getheilt. — *c* Bacillus Ulna, ein aus vier Zellen gebildeter Faden. — *d* und *e* Vibrio Rugula, einfach und in Theilung. — *f* Spirillum volutans. — Nach Cohn. — Vergr. 650.

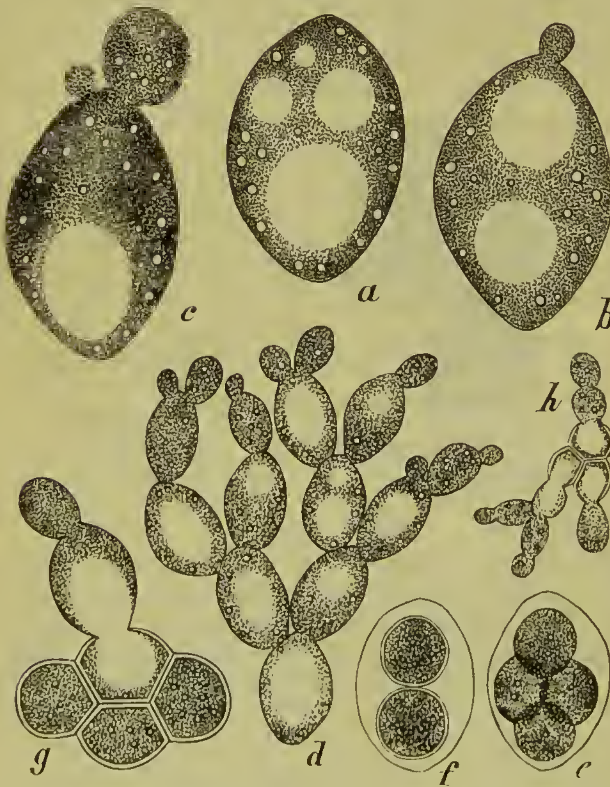
Fig. 47. Sarcina ventriculi Goodsir aus dem Mageninhalte eines Magenkrebskranken und in verschiedenen Stadien der Theilung. Vergr. 1150.

sie die Ursache der Erkrankung, oder das Contagium oder der Träger des letzteren sind. Hierher gehören Micrococcus diphthericus als Erzeuger der Diphtherie, Bacillus Anthracis als das Milzbrandcontagium. — Sarcina ventriculi kommt im Magen höherer Thiere vor und findet sich z. B. im Erbrochenen von Magenkranken. — Die in faulendem Wasser, Abflusswässern der Fabriken, vorzüglich aber in schwefelhaltigen Thermen lebenden Arten von Beggiatoa sind durch das Vorkommen von reinem, körnigem Schwefel in den Zellen ausgezeichnet.

4. Ordnung. Saccharomycetes.

363. (Fam. 9.) Saccharomycetes (Hefepilze). Eiförmige oder spindelförmige, mit zarter Membran und von Vacuolen und Fetttröpfchen durchsetztem Plasma versehene Zellen ohne Zellkern, welche sich durch Sprossung (§ 63, Fig. 48) vermehren und oft Sprosscolonien bilden, wenn die wiederholt sprossenden Tochterzellen noch eine Zeit lang mit den Mutterzellen in Verbindung bleiben. Eine weitere Fortpflanzung findet dadurch statt, dass sich durch simultane Theilung des Plasmas 2—4 rundliche, in der Mutterzelle liegen bleibende Brutzellen bilden, welche sich mit derberer Membran umgeben, längere Zeit lebensfähig bleiben, als die Sprosszellen und durch Sprossung wieder neue Generationen erzeugen.

Fig. 48.



Die Arten der Gattung Saccharomyces erregen in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Gährung, indem sie den Zucker in Alkohol und Kohlensäure spalten. Die Gährung tritt in voller Stärke erst mit dem Aufhören des Wachsthums der Hefe ein, und während derselben erhält letztere allmählich ein eigenthümliches Aussehen, indem die Membran der Hefezellen dicker wird, die Vacuolen und Körnchen im Inhalte verschwinden und dieser starke Lichtbrechung zeigt. Die Hefe gährt sich dabei langsam zu Tode, wenn der Zuckergehalt

Fig. 48. Saccharomyces Cerevisiae Meyen. *a* Einzelne Bierhefezelle. *b* Eine solche im Anfange der Sprossung. *c* Zelle, welche neben der schon weiter ausgebildeten Sprosszelle bereits eine zweite entwickelt. *d* Sprosscolonie. *e* Hefezelle mit vier Brutzellen, welche noch keine Membran besitzen. *f* Hefezelle mit zwei Brutzellen, deren Membran völlig ausgebildet ist. *g* Eine Brutzellengruppe, deren eine Zelle in Sprossung begriffen ist. *h* Ebensolche noch weiter entwickelt und alle drei Zellen sprossend. *e*—*h* nach Reess. *h* 750fach vergr., die übrigen Fig. weit stärker.

ihrer Nährflüssigkoit weiter reicht, als ihre Lebenskraft. Im anderen Falle vermag sie in frischer Nährflüssigkoit, in der sie sich zunächst wieder lebhaft vermehrt, neue Gährung zu erregen.

Saccharomyces cerevisiae ist der Alkoholfermentpilz der Bier- und Branntweinhefe. S. ellipsoideus, conglomeratus u. a. rufen die Gährung des Mostes hervor, in den sie mit den Trauben gelangen, auf deren Beeren sie leben. S. Mycoderma (Mycoderma vini) bildet die sogenannte Kahmhaut auf Wein und Bier und wirkt als Verwesungspilz, der Sauerstoff auf sein Substrat überträgt und das Verderben desselben herbeiführt. Seine Zellen sollen in gegliederte Mycelien auswachsen können.

II. Classe. Zygosporeae.

364. Die in diese Classe gehörenden Formen bestehen nur in der Minderzahl der Fälle aus Zellenreihen. Meistens sind sie einzellig und die sehr mannigfaltig geformten Zellen leben frei oder zu Familien (Coenobien) verbunden. Eine ungeschlechtliche Vermehrung findet durch Theilung, bei vielen auch durch Bildung von Schwärmzellen und ruhenden Brutzellen statt. Die sexuelle Fortpflanzung geschieht durch Conjugation beweglicher oder ruhender Zellen, welche im Wesentlichen keinen Unterschied als männliche oder weibliche erkennen lassen. Das Product der Befruchtung ist die Zygospore, welche nach längerer Zeit der Ruhe entweder Schwärmzellen erzeugt oder direct zur neuen Pflanze auswächst. Manche Formen (namentlich die Zygomyceten) lassen bereits einen (freilich abgekürzten) Generationswechsel hervortreten. Bei den Myxomyceten wird durch die Copulation das später den Fruchtkörper erzeugende Plasmodium gebildet.

365. Die Zygosporen leben theils als chlorophyllhaltige Formen im Wasser oder an feuchten Orten, theils als chlorophyllfreie Saprophyten auf in Zersetzung befindlichen organischen Substanzen (Myxomyceten, Zygomyceten). Ihre Familien unterscheiden sich durch folgende Charaktere.

I. Copulation durch bewegliche Zellen ausgeführt.
  A. Chlorophyllhaltige Formen: **Zoosporeae.**
    1. Die Zellen leben einzeln oder sind durch Gallerthüllen zu kugeligen oder tafelförmigen Familien vereinigt: Pandorineae.
    2. Zellen zu hohlen Netzen oder zu Scheiben verbunden: Hydrodictyeae.
    3. Die Zellen bilden cylindrische, astlose Fäden ohne Gallerthülle: Ulotricheae.
  B. Chlorophyllfreie Formen: **Myxomycetes.**

II. Copulation durch unbewegliche Zellen ausgeführt.
  A. Chlorophyllhaltige Formen: **Conjugatae.**
    1. Zelleninhalt durch Chlorophyll rein grün gefärbt.
      a. Zellen cylindrisch, nicht durch Einschnürung in zwei symmetrische Hälften getheilt, zu cylindrischen, astlosen Fäden vereinigt und in diesem Verbande copulirend.
        * Copulationsraum nach Aufnahme des Plasmas nicht durch Scheidewände abgegrenzt: Zygnemaceae.
        ** Copulationsraum von den entleerten Theilen der copulirenden Zellen durch Scheidewände abgegrenzt: Mesocarpeae.
      b. Zellen fast immer durch eine mittlere Einschnürung in zwei symmetrische Hälften geschieden: Desmidiaceae.
    2. Protoplasma durch einen das Chlorophyll verdeckenden braunen oder goldgelben Farbstoff gefärbt: Bacillariaceae.
  B. Chlorophyllfreie Formen: **Zygomycetes.** Familie: Mucorineae.

I. Reihe. Copulation durch bewegliche Zellen.

5. Ordnung. Zoosporeae.

Das Protoplasma ist durch Chlorophyll grün gefärbt (Algen).

366. (Fam. 10.) Pandorineae. Als Repräsentant mag die Gattung Pandorina (P. Morum in stehenden Gewässern) dienen, deren kugelige Colonieen (Fig. 49 *a*) in einer Gallerthülle 16 keilförmige, mit ihren spitzen Enden im Mittelpunkte zusammensteckende Zellen einschliessen. Jede Zelle besitzt an ihrem breiteren farblosen Vorderende (der Mundstelle), in dessen Nähe ein rother Pigmentfleck sichtbar ist, zwei lange Wimpern, die durch feine Oeffnungen der Gallerthülle nach aussen ragen und die ganze Familie in rotirende Bewegung setzen. Die Vermehrung geschieht zunächst dadurch, dass die Zellen einer Colonie ihre Wimpern einziehen, sich abrunden und jede durch wiederholte Zweitheilung in 16 kleine Zellen zerfällt, die ihrerseits sich mit einer gemeinsamen Gallerthülle umgeben, Wimpern entwickeln und dann als Tochtercolonie schwärmend die erweichende Hülle der Mutterfamilie mit ihren 15 Schwestercolonien verlassen. Bei der später erfolgenden geschlechtlichen Fortpflanzung zerfallen die 16 Zellen in gleicher Weise, jede der 16 × 16 Zellen verlässt aber als Schwärmzelle (Fig. 49 *b*, *c*) die Mutterfamilie und je zwei Schwärmzellen vereinigen sich, indem sie sich mit den farblosen Vorderenden (Mundstellen) berühren (Fig. 49 *d*) und sodann verschmelzen (Fig. 49 *e*), zu einer Zygospore, die alsbald die vier Wimpern verliert, sich mit einer derben Membran umhüllt und ihren Inhalt roth färbt (Fig. 49 *f*). Die Zygospore wächst langsam, trocknet später mit den Gewässern ein, und entwickelt, wieder unter Wasser gelangend, nach 24 Stunden aus ihrem Plasma eine grosse rothe Schwärmzelle, die in einer blasenförmig quellenden inneren Membranschicht der Zygospore zur platzenden äusseren Membranlamelle heraustritt und durch Theilung eine junge Colonie erzeugt.

Fig. 49.



Die hierher gehörende Gattung Chlamydomonas zeigt vereinzelt lebende Zellen, die sich bei der geschlechtlichen Fortpflanzung in 8 mit je vier Wimpern versehene Schwärmer theilen, welche sich wie bei Pandorina paaren und aus deren Zygosporen an feuchten Orten ruhende, sich nach drei Richtungen wiederholt theilende Zellen hervorgehen, die früher als Pleurococcus beschrieben wurden (§ 352).

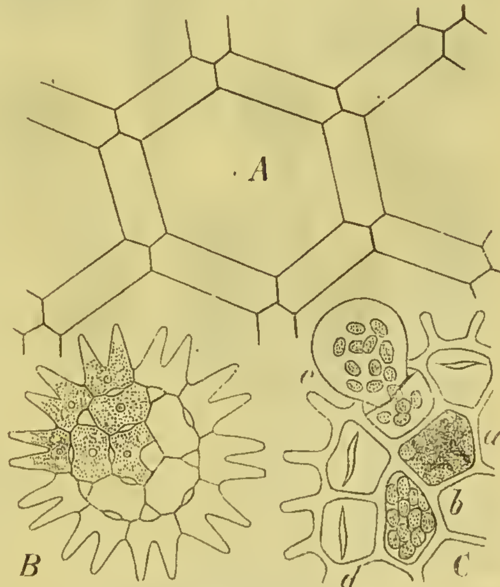
367. (Fam. 11.) Hydrodictyeae. Die einzelligen Mitglieder dieser Familie bilden verschieden gestaltete Coenobien, bei Pediastrum volle oder

---

Fig. 49. Pandorina Morum. Vergr. 500. — *a* Schwärmende Familie. *b* und *c* Schwärmzellen. — *d* Zwei in Paarung begriffene Schwärmzellen. *e* Schwärmzellen nach vollendeter Paarung. *f* Zygospore.

durchbrochene Scheiben (Fig. 50 B, C), bei Hydrodictyon hohle, cylindrische oft mehrere Centimeter lange Netze. Sie vermehren sich durch Schwärmzellen, die bei Pediastrum bis zu 64, bei Hydrodictyon (Wassernetz) zu 7000—20000 in einer Zelle gebildet werden. Bei Pediastrum treten diese Zellen zu einem Riss der Mutterzelle heraus, in die sackartig quellende innere Membranschicht derselben eingeschlossen (Fig. 50 C, *c*) und gruppiren sich innerhalb dieser Hülle zu einer neuen Scheibe, die durch Lösung der Hülle frei wird. Die Schwärmer von Hydrodictyon bleiben in der Mutterzelle eingeschlossen und ordnen sich in dieser nach kurzer Zeit der Bewegung zu einem kleinen Netze, das nach Zerstörung der Mutterzellhaut selbständig wird und allmählich heran wächst. In anderen Zellen des Wassernetzes bilden sich dagegen aus dem Inhalte 30000—100000 kleinere, mit 2 Cilien versehene Schwärmer (Mikrozoosporen — im Gegensatze zu den grösseren, vegetativen, als Makrozoosporen bezeichneten), welche die Mutterzelle verlassen, sich im Wasser paaren und so zu kleinen grünen Kugeln werden, die monatelang langsam wachsen, ihre Membran dabei bedeutend verdicken und endlich aus ihrem Inhalte 2—5 Schwärmzellen bilden, die wie bei Pandorina austreten. Aus jeder dieser grossen Schwärmzellen entwickelt sich eine grössere polyëdrische Zelle, deren Ecken zu hornartigen Fortsätzen auswachsen und deren wandständiges Plasma sich in 200—300 Portionen theilt, welche nach lebhafter Bewegung sich innerhalb eines wie bei Pediastrum austretenden Gallertsackes zu einem jungen Netze ordnen. Auch Pediastrum entwickelt Mikrozoosporen, deren Schicksal aber unbekannt ist.

Fig. 50.



368. (Fam. 12.) Ulotrichaceae. Ulothrix zonata lebt in Bächen in Gestalt unverzweigter, bald cylindrischer, bald in Folge tonnenförmiger Aufbauchung der einzelnen Zellen rosenkranzförmiger, gestreckter oder krauser, durch einander gewundener Fäden, deren Gliederzellen breiter als lang sind und verhältnissmässig dicke, geschichtete Membranen besitzen. Die vegetative Vermehrung findet durch Makrozoosporen statt, die zu 1 bis 4 in einer

Fig. 50. A Hydrodictyon utriculatum: einige Zellen aus einem jungen Netze (Umrisszeichnung — Vergr. 240). — B Pediastrum Selenaea nach Naegeli (nur in einigen Zellen ist der Inhalt angegeben worden — Vergr. 300). — C Pediastrum granulatum. Stück vom Rande einer Scheibe: *a* Zelleninhalt in Theilung begriffen. *b* Tochterzellen bereits abgerundet, *c* dieselben während des Austretens aus der Mutterzelle, *d* leere Mutterzelle. Nach A. Braun. — Vergr. 400.

Zelle entstehen, in eine hyaline Blase eingeschlossen durch eine seitlich in der Mutterzellwand entstehende Oeffnung austreten (Fig. 51 *a*), dick birnförmig sind, 4 Cilien, einen rothen Pigmentfleck und eine contractile Vacuole besitzen (Fig. 51 *b*). Sie keimen, indem sie nach einiger Zeit zur Ruhe kommen, sich mit der Mundstelle festsetzen, ihre Wimpern verlieren und sich mit einer Membran umhüllen; das festsitzende Ende streckt sich zu einem wurzelartigen, farblosen Haftorgane, das freie zu einem keuligen Pflänzchen, das sich durch wiederholte Quertheilung zum Faden gliedert (Fig. 51 *c*). Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entstehen durch wiederholte Zweitheilung des Plasmas in jeder Zelle 8–32 und mehr Mikrozoosporen mit nur 2 Wimpern (Fig. 51 *d*), welche eine Zeit lang frei schwärmen, dann durch seitliches Aneinanderlegen copuliren (Fig. 51 *f*) und eine Zygospore (Fig. 51 *g*) bilden, die sehr langsam wächst und endlich durch simultane Theilung ihres Plasmas 2–14 Schwärmzellen als Anfang der neuen ungeschlechtlichen Generationen erzeugt (Fig. 51 *h*). Bleiben Mikrozoosporen in ihren Mutterzellen zurück, ohne zu copuliren, so vermögen dieselben unmittelbar zu kleinen Ulothrixpflänzchen zu keimen, die dann einzeln oder in ganzen Gruppen zu den Mutterzellen herauswachsen (Fig. 51 *e*). Durch unregelmässige Theilungen, Quellung und Spaltung der Wände entstehen aus den Fäden manchmal den Palmellen ähnliche Zellcolonien.

Fig. 51.



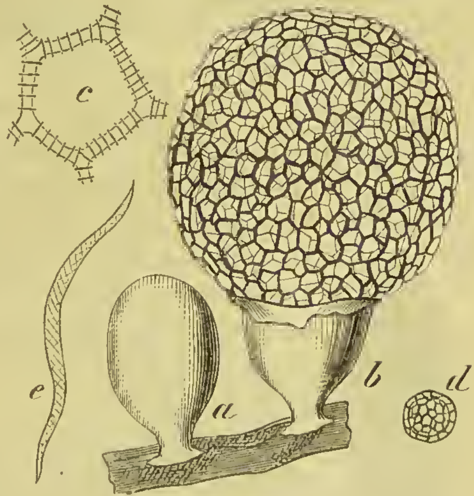
6. Ordnung. Myxomycetes.

369. Die Myxomyceten oder Schleimpilze bewohnen in Zersetzung begriffene organische Substanzen (faulendes Laub und Holz etc.). Aus den kleinen Sporen ihrer Fruchtkörper kriecht bei der Keimung der Plasmainhalt durch einen in der Membran entstehenden Riss hervor und bewegt sich kriechend auf seinem Substrate oder in Lücken desselben in Form einer kleinen, die Gestalt stets wechselnden, sogenannten Myxamöbe (§ 13,

Fig. 51. Ulothrix zonata Ktz. *a* Stück eines Fadens mit Makrozoosporen, welche bei * in der Zelle liegen, bei ** im Ausschlüpfen begriffen sind. *b* Eine Makrozoospore. *c* Junges, aus einer Makrozoospore entstandenes Pflänzchen. *d* Mikrozoospore. *e* Stück eines Fadens mit Keimpflänzchen, welche in den Zellen aus Mikrozoosporen direct hervorgegangen sind. *f* Gepaarte Mikrozoospore. *g* Zygospore im Alter von 8 Monaten und 19 Tagen. *h* Zygospore mit im Inneren begonnener Schwärmsporenbildung. Nach Dodel. Vergr. 482, die Fig. *b* noch stärker vergr.

Fig. 3), welche die Form einer am spitzen Vorderende mit langer Wimper versehenen, schwimmenden Schwärmzelle annimmt, wenn sie in Wasser geräth. Diese Myxamöben wachsen in Folge der Aufnahme nährender Substanzen aus ihrem Substrate; sie vermehren sich, indem ihr Körper durch Einschnürung in zwei Hälften zerfällt; sie können sich bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingen zu Kugeln abrunden, mit einer membranartigen Hülle umgeben (encystiren) und diese später wieder verlassen. Schliesslich vereinigen sich nach und nach zahlreiche Myxamöben zu einer grösseren plattenförmigen, meist netzartig durchbrochenen oder strangartig aufgelösten Plasmamasse, dem Plasmodium (§§ 13, 14), welches die kriechenden Bewegungen fortsetzt, in seinem Inneren strömende Bewegungen zeigt und bei manchen Arten bedeutende Dimensionen erreicht. Das Plasmodium kann ebenfalls Ruhezustände eingehen, indem es unter Wasserverlust zu einer wachsartigen Masse erstarrt, welche in eine grosse Anzahl rundlicher oder polyëdrischer Elemente zerklüftet, diese manchmal sogar mit wirklichen Zellhäuten umgiebt und endlich zu einem hornartig spröden, sclerotiumartigen Körper (siehe die Schlauchpilze) eintrocknet, um später wieder in den beweglichen Zustand überzugehen.

Fig. 52.



370. Aus dem Plasmodium entwickelt sich früher oder später ein Sporangium oder ein Fruchtkörper. Zunächst werden, nachdem das Plasmodium stets an die Oberfläche des Substrates gekrochen ist, alle Fortsätze desselben eingezogen und es entstehen nun bei der gewöhnlichen Sporangienbildung so viele Plasmahöcker an der Oberfläche desselben, als Sporangien erzeugt werden. Ist das spätere Sporangium gestielt, so bildet sich zuerst der röhrige Stiel, indem eine hohlcylindrische Plasmamasse erhärtet. An dieser kriecht, während der Stiel am obern Ende sich stetig verlängert, das übrige Plasma empor, um sich am Ende des Stieles zu einer kugeligen, eiförmigen oder cylindrischen Masse zu formen (Fig. 52 *a*), die, von einer Membran (Sporangiumwand) umhüllt, sich nun weiter differenzirt. Entweder zerfällt sie simultan in zahlreiche, sich mit einer Membran umhüllende Sporen, wobei zuerst die Zellkerne derselben in rasch wachsender Menge im Plasma auftreten; oder ein kleiner Theil des Plasmas formt sich gleichzeitig zu isolirten oder netzartig verbundenen, verschieden gestalteten Röhren oder soliden Strängen, dem Capillitium (Fig. 52 *b*, *c*, *e*),

Fig. 52. *a*—*d*. Arcyria incarnata: *a* geschlossener und *b* geöffneter Fruchtkörper mit dem ausgedehnten Capillitiumnetze (Vergr. ca. 20); *c* eine Masche des Capillitiumnetzes (Vergr. ca. 200); *d* Spore (Vergr. 400). — *e* Capillitiumfaser von Trichia clavata (Vergr. ca. 200).

zwischen welchen der grösste Theil des Plasmas sich zu den Sporen gestaltet. Seltener bilden sich die Sporen an der Oberfläche des Sporangiums, oder ist letzteres ohne Hülle. Nach vollendeter Entwickelung öffnet sich die Hülle des Sporangiums in verschiedener Weise (Fig. 52 *b*), um die Sporen zu entlassen, deren Ausstreuung bei Anwesenheit eines Capillitiums gewöhnlich noch durch die Hygroscopicität desselben gefördert wird. Bei manchen Myxomyceten vereinigen sich zahlreiche Sporangien zu grösseren kuchen- oder polsterförmigen, von gemeinsamer Rinde umgebenen und als Aethalien bezeichneten Fruchtkörpern.

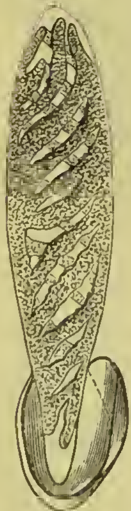
371. Die häufig zu den Thieren (als Mycetozoën) gerechneten Schleimpilze zerfallen in eine ziemliche Anzahl von Familien mit zahlreichen Gattungen. Am bekanntesten unter letzteren sind: Aethalium: Ae. (Fuligo) septicum in und auf Gerberlohe, faulem Holz u. s. w. mit seinen grossen schwefelgelben Plasmodien die „Lohblüthe" bildend; Fruchtkörper polsterartig bis halbkugelig. — Lycogala: haselnussgrosse, kleinen Bovisten ähnliche Fruchtkörper zwischen Moos an Baumstümpfen. — Stemonitis: mit cylindrischem, von einer Columella (der Fortsetzung des Stieles) durchzogenem Sporangium und netzartigem, an der Columella befestigtem Capillitium. — Arcyria: Sporangium sich becherförmig öffnend, mit netzförmigem Capillitium, dessen Oberfläche ring-, warzen- oder netzförmige Verdickungen besitzt (Fig. 52 *a*—*d*). — Hemitrichia: wie Arcyria, aber das Capillitium mit Spiralfasern in den Röhren. — Trichia: Capillitium aus isolirten, mit Spiralfasern versehenen, spindelförmigen Röhren gebildet (Fig. 52 *e*).

II. Reihe. Copulation durch unbewegliche Zellen.

7. Ordnung. Conjugatae.

372. Die als Conjugaten vereinigten Formen sind einzellige, frei lebende oder nach der Theilung zu Zellenfäden verbunden bleibende oder auch verschieden gestaltete Familien bildende Algen. Ihre vegetative Vermehrung geschieht durch Zelltheilung; Schwärmsporen sind nicht bekannt. Die von je zwei gewöhnlichen vegetativen Zellen ausgeführte Copulation liefert stets eine (bei manchen Bacillariaceen auch zwei) von den vegetativen Zellen durch ihre Form wesentlich verschiedene Zygospore (Auxospore bei den Bacillarieen).

Fig. 53.



373. (Fam. 13.) Zygnemaceae. Aus cylindrischen Zellen gebildete, unverzweigte Fäden, deren Chlorophyllkörper zu geraden oder spiraligen Bändern (Spirogyra) oder paarigen Sternen (Zygnema) geformt sind. Meistens copuliren zahlreiche Zellen zweier conjugirender Fäden in der im § 59 dargestellten und in Fig. 11 abgebildeten Weise, so dass sie dann wie eine Leiter aussehen. Seltener copuliren zwei Nachbarzellen eines Fadens gemeinsam mit einer dritten Zelle des anderen Fadens oder auch zwei hinter einander liegende Zellen desselben Fadens durch bügelartig neben der Querwand sich vereinigende Copulationsfortsätze. Bei Zygogonium entsteht die Zygospore im Copulationscanale. Die Membran der Zygospore differenzirt sich in eine mittlere, dickere, braune und eine äussere und innere farblose und zartere Lamelle. Letztere durchbricht nach einer winterlichen Ruheperiode bei

Fig. 53. Keimende Zygospore von Spirogyra jugalis. Nach Pringsheim.

der Keimung die mittlere und äussere Sporenhaut (Fig. 53) und wächst zu einem anfänglich keulenförmigen Schlauche aus, in welchem sich der während der Ruhezeit gleichförmige Inhalt in ein farbloses und grün gefärbtes Plasma, letzteres von der für die Gattung charakteristischen Anordnung, sondert. Die Theilung der einzelligen, zum vielzelligen Faden auswachsenden Keimpflanze erfolgt in der im § 64 angedeuteten Weise.

Die verwandten Mesocarpeen unterscheiden sich von den Zygnemaceen durch den als axile Längsplatte auftretenden Chlorophyllkörper und dadurch, dass der die Zygospore aufnehmende Raum der copulirten Zellen durch Querwände von den leeren Zellenstücken abgegrenzt wird. Gattung: Mougeotia.

374. (Fam. 14.) Desmidiaceae. Frei lebende, selten zu Fäden verbundene oder von Gallertmassen eingehüllte, einzellige Algen von sehr mannigfaltiger, zierlicher Form. Die Zellen sind symmetrisch, meistens durch eine tiefe Furche in zwei gleiche Hälften getheilt (Fig. 54), diese entweder glatt, oder mit Warzen, Höckern und stachelförmigen Fortsätzen versehen, oder wieder in verschiedener Weise gelappt. Der Chlorophyllkörper bildet häufig regelmässig strahlig geordnete Platten. Die vegetative Vermehrung geschieht durch Theilung, bei welcher die äussere dickere Membranschicht sich durch einen in der Mitte der Zelle erfolgenden Kreisriss öffnet und an dieser Stelle eine Querwand entsteht; diese spaltet sich in zwei Lamellen, von denen jede zu einer neuen Zellenhälfte auswächst, mit der die beiden Tochterzellen anfänglich noch zusammenhängen (Fig. 54 *e*). Die Conjugation findet meistens ähnlich wie bei den Zygnemaceen statt. Zwei Zellen legen sich so neben einander, dass ihre Längsaxen sich kreuzen, wobei sie sich mit einer gemeinsamen Gallerthülle umgeben. Bei jeder entwickelt eine Innenlamelle der Zellhaut, die sich durch einen Riss der Aussenhaut vorstülpt, den Copulationscanal (Fig. 54 *f*). Die sich verbindenden Copulationscanäle schwellen halbkugelig an, ihre trennende Wand wird gelöst und in die so gebildete Blase treten die Plasmakörper der conju-

Fig. 54.

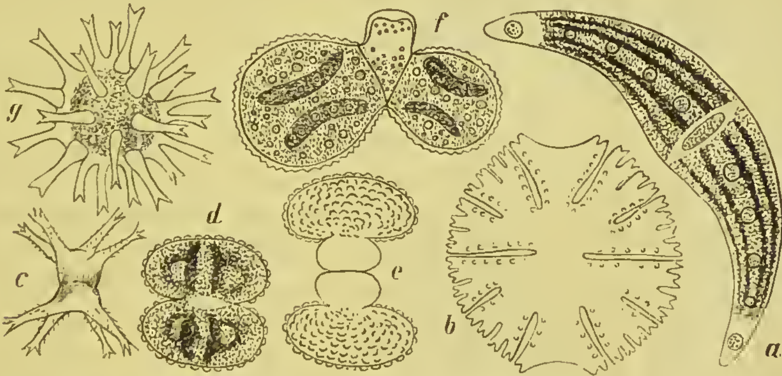
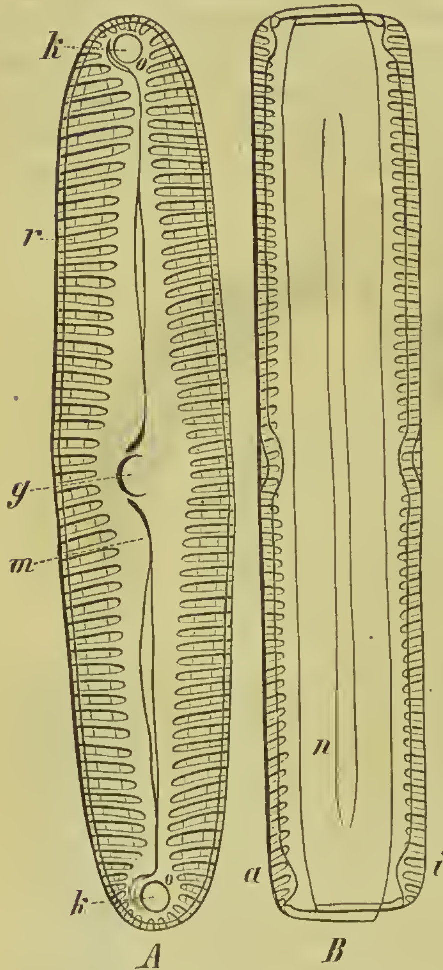


Fig. 54. Desmidiaceen. — *a* Closterium moniliferum (Vergr. 200). — *b* Micrasterias papillifera (Vergr. 200). — *c* Staurastrum paradoxum (Vergr. 300). — *d* Cosmarium margaritiferum, optischer Durchschnitt (Vergr. 300). — *e* Dieselbe Art, in Theilung begriffen; Flächenansicht (Vergr. 300). — *f* Cosmarium Botrytis; eine zur Conjugation sich anschickende Zelle (Vergr. 390). — *g* Zygospore von Staurastrum spinosum (Vergr. 400). — Fig. *f* nach De Bary.

girenden Zellen, um sich zur kugeligen Zygospore zu vereinigen. Letztere verdickt ihre Haut (häufig unter Bildung von stachelartigen Fortsätzen — Fig. 54 *g*) und differenzirt dieselbe (wie bei den Zygnemaceen) in drei Schalen. Die Zygospore keimt entweder unmittelbar, oder ihr Inhalt theilt sich innerhalb der blasenförmig durch einen Riss der Aussenhäute austretenden Innenhaut in zwei oder vier Zellen, von denen jede zu einer vegetativen Zelle wird und sich nach Lösung der umhüllenden Blase durch Theilung vermehrt.

Fig. 55.



375. Häufigere Gattungen dieser Familie sind — a) mit glatter Zygospore: Closterium, Zelle sichelförmig (Fig. 54 *g*); Tetmemorus, Zelle schlank tonnenförmig, in der Mitte schwach eingeschnürt; Desmidium, Zellen drei- oder vierkantig, zu Bändern vereinigt. — b) mit warziger oder stacheliger Zygospore: Cosmarium, Zelle ellipsoidisch, in der Mitte tief eingeschnürt (Fig. 54 *d*, *e*); Micrasterias, Zelle flach, tief eingeschnürt, ihre Hälften in der verschiedensten Weise regelmässig strahlig gelappt (Fig. 54 *b*); Staurastrum, Zellen polyëdrisch, tief eingeschnürt, die Ecken gewöhnlich mit Stachelfortsätzeu (Fig. 54 *c*).

376. (Fam. 15.) Bacillariaceae (Diatomaceae). Die frei lebenden, zu Fäden vereinigten oder zu vielen in Gallerthüllen liegenden, sehr verschieden gestalteten Zellen zeichnen sich durch äusserst mannigfaltige, zierliche Sculptur ihrer Membranen aus, welche so viel Kieselerde eingelagert haben, dass sie nach Zerstörung der organischen Substanz ein alle Structureigenthümlichkeiten der Zellhaut zeigendes Kieselskelet hinterlassen. Ferner ist die Membran dadurch charakterisirt, dass sie aus zwei nicht organisch verbundenen Schalen besteht, die wie die Hälften einer Schachtel über einander geschoben sind (Fig. 55B). Beide Schalen sind in Folge der eigenthümlich stattfindenden Zelltheilung ungleich alt.

Die in Fig. 55 gezeichnete Pinnularia zeigt in A die sogenannte Schalen-(Haupt-)seite, um 90° um die Längsaxe gedrcht die Gürtelbandseite (Nebenseite — B). Auf der Schalenseite bemerkt

---

Fig. 55. Pinnularia viridis Ehrbg. Nach Pfitzer. — Vergr. 800. — A Schalenansicht: *r* Riefen, *m* Mittellinie, *k* Endknoten, *g* Mittelknoten. — B Gürtelbandansicht: *a* äussere und *i* innere Schale, *n* Nebenlinien. Diese Zeichnung ist aus der Flächenansicht und derjenigen des optischen Durchschnittes combinirt; man sieht daher sowohl die Ränder der Schalen, die Nebenlinien und die Enden der Riefen, welche von der Schalenseite her übergreifen, als auch das Uebereinandergreifen der Gürtelbänder, deren Ansatz an die Schalen und die eingesenkten und verdickten Knoten der Mittellinie.

man die sogenannte Mittellinie (m), welche einen Spalt in der Membran bilden soll, mit Mittel- und Endknoten (g—k), ferner die vertieften Riefen (r), welche noch eine Strecke auf die Gürtelbandseite übergreifen; letztere besitzt bei n die sogenannten Nebenlinien und zeigt in a die ältere äussere, in i die jüngere innere Membranschale. Die stark verkieselte Membran wächst nicht oder nur unmerklich. Der sich vergrössernde Plasmakörper schiebt daher die beiden Schalen so auseinander, dass sie kurz vor der Theilung sich nur eben mit den äussersten Rändern des Gürtelstückes berühren. Nun theilt sich der Plasmakörper parallel der Schalenseite (A) in zwei Hälften, von denen jede nur auf der der anderen zugekehrten Seite eine neue Membranhälfte ausscheidet, die mit ihrem Gürtelbande in der bleibenden alten steckt, also kleiner ist, als letztere. Durch wiederholte Theilung werden daher die Generationen durchschnittlich stets kleiner, bis sie durch Bildung der Auxosporen wieder auf die normale Grösse zurückgeführt werden.

377. Die Bildung der Auxosporen findet in verschiedener Weise statt. Bei Frustulia legen sich zwei kleine Zellen mit ihren Gürtelbandseiten neben einander (Fig. 56 A), ihre einander zugekehrten Seiten klappen wie die Deckel eines Buches auf und lassen die sich etwas zusammenziehenden Plasmakörper austreten. Letztere umgeben sich mit einer gemeinsamen Gallerthülle (Fig. 56 A, m) und ihre Farbstoffplatten (c) verlieren die frühere Form. Beide Plasmakörper verschmelzen aber nicht, sondern berühren sich nur für kurze Zeit (Fig. 56 A), so dass die Befruchtung diosmotisch geschehen müsste; sie umgeben sich mit einer zarten Membran, welche ringförmige Zeichnungen erhält (Perigonium)

Fig. 56.

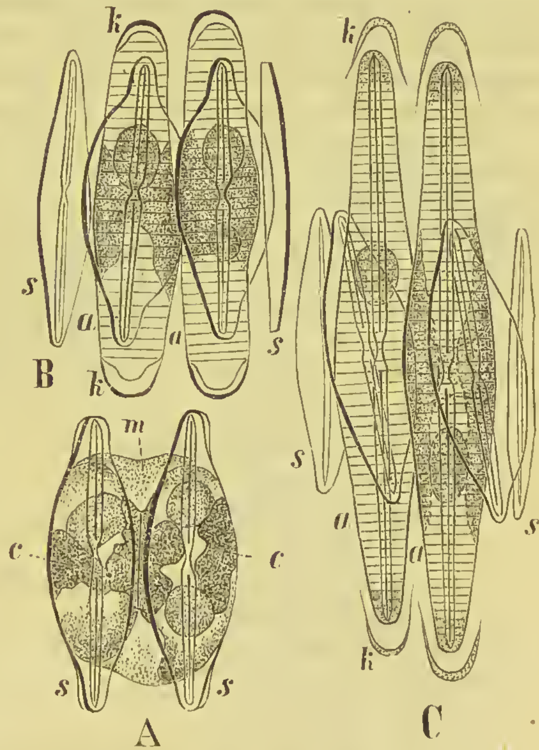


Fig. 56. Frustulia saxonica Rbh. in Conjugation. Nach Pfitzer. — Vergr. 1200. — A Berührung der beiden Mutterzellen der Auxosporen zwischen den geöffneten Schalen. — B Auxosporen, welche oben ihre Kappen abstossen, zwischen den vier leeren Schalen der conjugirenden Individuen. — C Auxosporen, welche schon die Schalen der neuen, sogenannten Erstlingszelle in sich entwickelt haben. — s Schalen der in Conjugation befindlichen Zellen. m Gallerthülle der sich berührenden Plasmamassen. c Farbstoffplatten. a Auxosporen und k deren Kappen. — In Fig. C wurde der Deutlichkeit wegen nur in der rechts liegenden Auxospore der gesammte Inhalt gezeichnet.

und wachsen dann zwischen den völlig auseinander klappenden leeren Schalen zu den Auxosporen heran. Diese strecken sich mehr und mehr (Fig. 56 B), an ihren Enden wird ein quellendes kappenförmiges Membranstück abgestossen (Fig. 56 B, C : *k*) und endlich bildet ihr sich von der Wand zurückziehender Plasmainhalt nach einander um sich zwei in einander steckende, etwas gekrümmte Schalen, deren Zeichnung bereits durch die Auxosporenmembran durchscheint (Fig. 56 C). Die von der Auxosporenmembran befreiten, etwas abweichend gestalteten „Erstlingszellen" liefern erst durch die nächsten Theilungen die normale Zellenform. In ähnlicher Weise copuliren die meisten Bacillarien. Himantidium, Surirella und Cymatopleura entwickeln durch Verschmelzung der Plasmakörper zweier Zellen eine einzige Auxospore. Bei den Amphoreen vereinigen sich die Plasmamassen zweier Zellen durch je zwei Copulationsfortsätze, wobei jeder Plasmakörper sich zwischen denselben theilt; die zwei Auxosporen liegen dann mit den Mutterzellen über Kreuz. Die Auxospore der Melosiren u. a. wird nur von einer Mutterzelle gebildet (Verjüngung — § 58).

378. Das Plasma der Diatomaceen enthält neben Chlorophyll noch einen dieses verdeckenden braungelben Farbstoff (Diatomin), der in Form von Platten oder Körnern auftritt. Bei manchen Formen zeigt das Plasma ferner strömende Bewegungen, bei anderen (Naviculaceen) gleitet die ganze Zelle im Wasser fort. Diese letztere Bewegung soll durch einen, durch den Spalt der Mittellinie (Fig. 55 A, *m*) austretenden, aber mikroskopisch nicht nachweisbaren Plasmafuss vermittelt werden, findet aber nach anderer Ansicht wahrscheinlicher in starken, durch die Zellwand gehenden Diffusionsströmungen ihre Erklärung.

Kieselskelete der Bacillariaceen bilden der Hauptsache nach die meisten der als Bergmehl, Kieselguhr, Tripel etc. bezeichneten Erdschichten (Ebstorf, Bilin, Franzensbad, Berlin etc.).

Die Unterfamilien lassen sich ordnen:

A. Farbstoff an Plasmaplatten gebunden.
- 1. Auxosporen zu zweien entstehend.
  - a. Schalen mit Knoten.
    - α. asymmetrische Formen: Gomphonemeae, Cymbelleae, Amphoreae, Achnantheae, Cocconeideae.
    - β. symmetrische Formen: Naviculeae, Amphipleureae etc.
  - b. Schalen ohne Knoten: Nitzschieae.
- 2. Auxosporen einzeln durch Copulation entstehend: Surirayeae, Synedreae, Eunotieae.

B. Farbstoff an Plasmakörner gebunden.
- 1. Bilaterale Formen. Zwei Mutterzellen bei der Sporenbildung thätig: Fragilarieae, Meridieae, Tabellarieae etc.
- 2. Centrische Formen. Nur eine Mutterzelle bei der Sporenbildung thätig: Biddulphieae, Coscinodisceae, Melosireae etc.

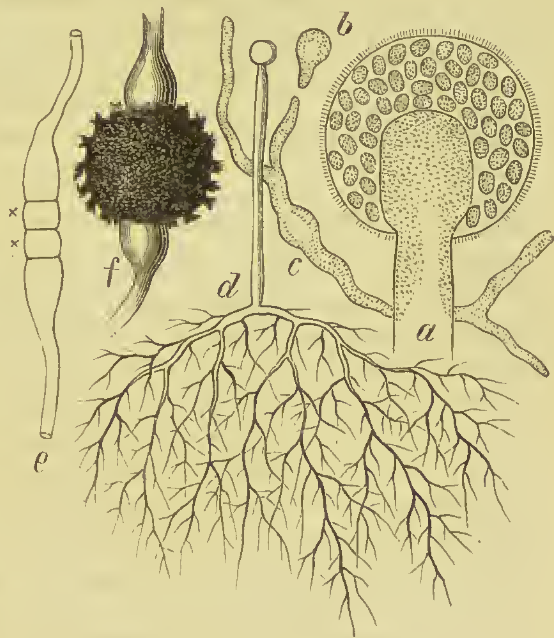
8. Ordnung. Zygomycetes.

379. Die Zygomyceten sind saprophytische oder parasitische Pilze, deren „Sporen" und Conidien zu einem einzelligen, vielfach verzweigten Mycelium auswachsen (Fig. 57 *b*—*d*), welches häufig nur ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane entwickelt, unter günstigen Umständen aber Geschlechtsorgane in Form abweichend gestalteter Aeste erzeugt. Die wichtigste Familie ist die der

(Fam. 16.) Mucorineae, von deren Mitgliedern Mucor Mucedo auf Mist, faulendem Brode, Früchten u. s. w. als eine der gemeinsten Schimmelformen auftritt. Bei ihm erheben sich auf dem reich verzweigten Mycelium

bis zu mehreren Centimetern hohe, fadenförmige Fruchtträger (Fig. 57 *d*), welche an ihrem Ende eine kugelige Anschwellung treiben und diese durch eine Querwand abgrenzen, welche blasig oder säulenförmig als Columella in das sogenannte „Sporangium" hinein wächst (Fig. 57 *a*). Auf der Oberfläche des letzteren bilden sich meistens zahlreiche feine Nadeln von oxalsaurem Kalke, die wie ein Pelz dasselbe bedecken; auch die Membran ist reich mit Kalk incrustirt. Das Plasma des Sporangiums sondert sich zum Zwecke der Sporenbildung in zahlreiche ovale, körnige Portionen, die durch Umhüllung mit dünnen Membranen zu den Sporen werden und in eine körnchenfreie, die Sporen trennende Zwischensubstanz. Letztere ist sehr quellungsfähig; sie nimmt nach der Reife des Sporangiums viel Wasser auf, sprengt dadurch die Wand, deren organische Substanz schon vorher gelöst wird und zerstreut herausquellend die Sporen, welche nach kurzer Zeit wieder keimen. Eine andere ungeschlechtliche Fortpflanzung findet bei Mucor dadurch statt, dass sich die Aeste des Myceliums in zahlreiche derberwandige, tonnenförmig anschwellende Zellen (Gemmen) theilen, welche im Stande sind, längere Zeit zu ruhen, um dann zu Mycelien auszukeimen. Derartige Zellen zeigen in Flüssigkeiten oft hefeartige Sprossung (Mucorhefe). Die Mucorineen sind auch neben der Hefe die einzigen Pilze, die in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Alkoholgährung erregen können, wenn sie in diesen untergetaucht vegetiren. Mucor racemosus besitzt diese Eigenschaften am ausgeprägtesten.

Fig. 57.



380. Die Geschlechtsorgane bilden sich in der Weise, dass zwei etwas keulig anschwellende Aeste des Myceliums mit ihren Scheiteln sich berühren, an diesen jeder durch Querwand eine Zelle abgliedern (Fig. 57 *e* * *) und dann durch Auflösung der trennenden Berührungswand beide Zellen

Fig. 57. Mucor Mucedo. *a* Sporangium im optischen Durchschnitte (Vergr. ca. 250). *b* und *c* Keimende Sporen (Vergr. 250). *d* Mycelium mit Sporangium, schwach vergrössert und etwas schematisirt. *e* Copulirende Myceläste, deren zur Zygospore werdenden Zellen * * bereits durch Scheidewand abgegliedert, aber noch nicht durch Lösung der mittleren Wand verschmolzen sind (nach Brefeld — Vergr. 80). *f* Reife Zygospore mit anhängenden Suspensoren, d. h. den leeren Basalstücken der copulirten Aeste (nach Brefeld — Vergr. ca. 100).

zu einer Zelle verschmelzen lassen, welche unter bedeutender Verdickung der Membran zur fast schwarz gefärbten, stacheligen Zygospore heranwächst (Fig. 57 *f*). Diese keimt nach längerer Ruhezeit, indem eine innere Membranschicht die äussere Schale sprengt und durch den Riss als ein kurzer Fruchtträger hervortritt, welcher an seinem Ende sofort ein Sporangium erzeugt, dessen Sporen erst wieder die gewöhnlichen Mycelien liefern.

381. An die Mucorineen schliessen sich zunächst die kleinen Familien der Piptocephalideen und Chaetocladiaceen, deren Arten parasitisch auf Mucor leben, indem das Mycelium der ersteren sehr feine fadenförmige Haustorien in das Mucormycelium hineinsendet, das der letzteren direct mit dem Mycelium seines Wirthes an der Berührungsstelle durch Auflösung eines Wandstückes verschmilzt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch Conidien statt, die auf verästelten Conidienträgern an blasig angeschwollenen Zweigenden derselben einzeln (Chaetocladium) oder reihenweise (Piptocephalis) durch Sprossung und Abschnürung gebildet werden und wie die Sporen von Mucor keimen. Die geschlechtliche Fortpflanzung der Chaetocladiaceen verläuft wie bei Mucor; bei den Piptocephalideen entsteht jedoch die Zygospore als eine blasige Anschwellung auf der Spitze der gegen einander gekrümmten Copulationsäste nach deren Verschmolzung. Die ebenfalls verwandten Mortierelleen zeichnen sich dadurch aus, dass nach der Copulation aus dem Fusse der Suspensoren zahlreiche sich verzweigende Schläuche hervorsprossen, die wie bei Mucor entstehende Zygospore umspinnen, theilweise sogar mit ihr verwachsen und so eine schliesslich 1,5 Mm. im Durchmesser haltende, dunkelgelb gefärbte Frucht nach Art der Perithecien mancher Schlauchpilze (vgl. Erysiphe und Eurotium) bilden. Die Familie vereinigt somit die Charaktere der Zygosporeen mit solchen der Carposporeen.

382. Weiterhin sind auch die Chytridiaceen, die sich in mancher Beziehung den Saprolegniaceen nähern, mit den Zygomyceten verwandt. Sie sind einzellige Schmarotzer, welche vorzüglich in oder auf Wasserpflanzen (namentlich Algen) vegetiren (Chytridium, Olpidium, Rhizidium etc.) und sich durch lebhaft bewegliche, mit nur einer Wimper versehene Schwärmzellen vermehren. Bei Polyphagus kennt man die Bildung einer (später Schwärmzellen erzeugenden) Zygospore durch Copulation der austretenden Plasmamassen zweier ungleich grosser Pflänzchen, bei Zygochytrium die Copulation kurzer Aeste einer Pflanze wie bei Mucor, bei Tetrachytrium Copulation von Schwärmsporen. Die Gattung Synchytrium befällt Landpflanzen. Die Schwärmsporen von S. Mercurialis bohren sich durch die Membran der Oberhautzellen von Mercurialis perennis und wachsen in diesen langsam zu grossen Primordialzellen heran, die sich später mit Membran umhüllen und zu grossen braunen Dauersporen mit derber, zweischichtiger Wand werden, wobei die inficirten Epidermiszellen der Wirthpflanze mächtig blasig anschwellen. Nach Ueberwinterung der Dauerspore im faulenden Laube entsteht in dem dicken Exosporium derselben ein enges Loch, durch welches das farblose Endosporium als eine grosse farblose Blase herauswächst, in die das gesammte Protoplasma hineintritt, um sich hier simultan in viele kleine, polyëdrische Zellen (Sorus) zu theilen, die durch einen Riss der Blase frei werden. Jede dieser Zellen ist ein Sporangium, welches viele kleine Schwärmer entwickelt, die sich in die Oberhaut der jungen Mercurialis-Triebe einbohren, um in diesen im Laufe des Sommers wieder zu Dauersporen heranzuwachsen. — S. Taraxaci, in den Blättern von Taraxacum lebend, erzeugt unmittelbar in der Dauerzelle Schwärmsporen, die wiederholt im Laufe des Sommers schwärmsporenbildende Generationen und erst im Herbste die überwinternde Dauerspore liefern.

III. Classe. Oosporeae.

383. Die zu den Oosporeen vereinigten Thallophyten sind entweder einzellig und ihre Zelle stellt dann einen reich verzweigten Schlauch, wie bei den Mucorineen, dar (Coeloblasteae), oder zahlreiche Zellen leben in einem Coenobium (Coenobieae) — oder aber der Thallus besteht aus einfachen oder verzweigten Zellenreihen (Oedogoniaceae) oder bei den höchst entwickelten Formen aus einem Gewebekörper, der bereits stamm-, wurzel-

und blattartige Glieder differenzirt (Fucoideae). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch unbewegliche Brutzellen oder auch durch Schwärmzellen statt; bei einzelnen Abtheilungen fehlt sie. Die Geschlechtsorgane sind Oogonien und Antheridien, die nur in den seltensten Fällen in ihrer Form mit vegetativen Zellen zusammenfallen (Sphaeroplea). Das Oogonium ist gewöhnlich eine durch besondere Grösse und Form ausgezeichnete Zelle, deren Plasma sich unter Contraction entweder zu einem einzigen Ei umformt, oder durch Theilung in mehrere Eizellen zerfällt. Das Antheridium wächst entweder zum Oogonium hin und mit einem Fortsatze in dasselbe hinein, wenn es keine beweglichen Samenkörper erzeugt; oder es entwickelt (meist zahlreiche) Spermatozoiden, welche entleert werden und sich frei schwimmend zu dem in allen Fällen unbeweglichen Ei bewegen. Letzteres umhüllt sich nach der Befruchtung mit einer meist derben und geschichteten Membran und macht dann als Oospore gewöhnlich eine Ruheperiode durch, nach welcher diese entweder unmittelbar zum neuen Thallus auskeimt, oder aus ihrem Inhalte eine oder mehrere Schwärmzellen entwickelt, die ihrerseits erst die neuen Pflanzen erzeugen. Bei vielen Formen ist daher ein deutlich ausgeprägter Generationswechsel vorhanden.

384. Wie in den anderen Classen, so sind auch hier eine Reihe sonst sehr verschiedener Formen nur nach der Beschaffenheit der Geschlechtsorgane zusammengereiht. Von einzelnen Familien, die sich in morphologischer Beziehung sonst am ersten hier einreihen lassen, sind aber Geschlechtsorgane zur Zeit nicht oder nur unvollständig bekannt. Die hier zu betrachtenden Ordnungen und Familien lassen sich, so weit man bei ihnen Geschlechtsorgane kennt, etwa in folgender Weise gruppiren.

I. Einzellige, in Familien lebende Formen: **Coenobieae.** Familie: Volvocineae.

II. Einzellige oder mehrzellige, keine Coenobien bildende Formen.

- A. Oogonien und Antheridien den vegetativen Zellen gleich: **Sphaeropleeae.** Familie: Sphaeropleaceae.
- B. Geschlechtsorgane und vegetative Zellen verschieden.
  - 1. Einzellige Formen: **Coeloblasteae.**
    - a. Chlorophyllhaltige Formen: Vaucheriaceae.
    - b. Chlorophyllfreie Formen.
      - α. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmzellen; meistens Saprophyten: Saprolegnieae.
      - β. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Conidien; Parasiten: Peronosporeae.
  - 2. Mehrzellige Formen.
    - a. Die Befruchtung der Eizelle erfolgt innerhalb des Oogoniums. Pflanzen rein chlorophyllgrün.
      - α. Oogonium ohne Hülle: **Oedogonieae.** Familie: Oedogoniaceae.
      - β. Oogonium mit schraubig gewundener Hülle: **Characeae.**
    - b. Die Eizelle wird zum Zwecke der Befruchtung vom Oogonium ausgestossen. Pflanzen heller oder dunkler olivenbraun gefärbt: **Fucoideae.**

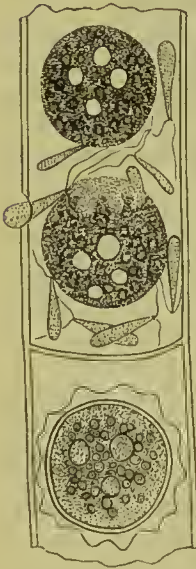
9. Ordnung. Coenobieae.

385. (Fam. 17.) Volvocineae. Bei der hierher gehörenden Gattung Volvox (V. globator L. in stehenden Gewässern) liegen zahlreiche (bis 12000), mit zwei Wimpern versehene Zellen zu einer hohlkugeligen, von einer Gallertblase zusammengehaltenen Familie vereinigt, die sich rotirend im Wasser bewegt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch 8 etwas grössere Zellen der Volvoxkugel statt, die sich durch wiederholte Zweitheilung zu eben so vielen jungen Tochterkugeln gestalten, welche die zu

Grunde gehende Mutterfamilie verlassen. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird durch Oogonien und Antheridien vermittelt, die sich gleichzeitig zahlreich in derselben Familie (V. globator) oder in getrennten Familien (V. minor) aus sterilen Zellen entwickeln. Jedes Oogonium enthält ein kugeliges Ei, jedes Antheridium bis zu 128 gelbliche, schlank-keulenförmige Spermatozoiden, deren langes, farbloses, schnabelartiges Vorderende an seiner Basis zwei Wimpern besitzt und die im Antheridium parallel neben einander zu einer Scheibe geordnet liegen. Die Befruchtung der Eier erfolgt innerhalb der Volvoxkugeln und die befruchtete Eizelle umgiebt sich mit einer derben, höckerigen Membran. Die weitere Entwickelung der Oospore ist nicht genauer bekannt; wahrscheinlich entstehen aus ihrem Plasma Schwärmsporen. — Eine andere Gattung ist Eudorina, deren Familien nur 16 oder 32 Zellen enthalten.

10. Ordnung. Sphaeropleeae.

Fig. 58.



386. (Fam. 18.) Sphaeropleaceae. Der Thallus ist ein aus langen cylindrischen Zellen gebildeter unverzweigter Faden. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entwickeln sich in einer Anzahl der vegetativen Zellen durch simultane Theilung des vorher röthlichgelb gewordenen Plasmas zahlreiche, mit zwei Wimpern versehene Spermatozoiden, in anderen Zellen eine Anzahl kugeliger, grüner, durch eine farblose Stelle (Empfängnissfleck) ausgezeichnete Eier. Antheridien wie Oogonien erhalten dann durch Lösung kleiner Wandstellen scharf umschriebene, kreisförmige Löcher, durch welche die Spermatozoiden aus- und zu den Oogonien eintreten (Fig. 58, obere Zelle). Die mit einer dicken, warzigen Haut versehenen, ihren Inhalt roth färbenden Eisporen erzeugen durch Theilung des Plasmas bis zu 8 mit zwei Cilien versehene Schwärmzellen, von denen später jede zum neuen, anfänglich schlank spindelförmigen Faden auswächst. Sphaeroplea annulina findet sich auf überschwemmt gewesenen Aeckern.

11. Ordnung. Coeloblasteae.

Der Thallus ist ein einzelliger, vielfach verzweigter Schlauch, der erst zum Zwecke der Fortpflanzung die Geschlechtszellen oder ungeschlechtlichen Zellen durch Querwände abgliedert.

1. Chlorophyllführende Formen (Algen).

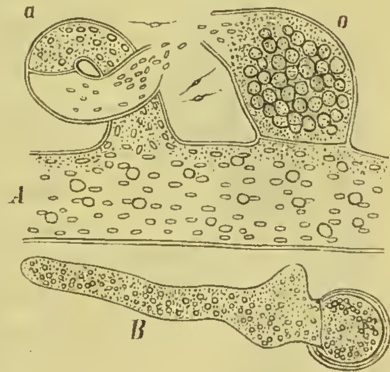
387. (Fam. 19.) Vaucheriaceae. Die Arten der einzigen Gattung Vaucheria leben im Wasser oder auf feuchter Erde in Rasen, die mit wurzelartigen, chlorophyllfreien Schlauchverzweigungen im Boden befestigt

Fig. 58. Sphaeroplea annulina Ag. Bruchstück zweier Zellen, in der oberen Eier und Spermatozoiden, in der unteren eine reife Eispore. Vergr. 500. Nach Cohn.

sind. Sie pflanzen sich ungeschlechtlich dadurch fort, dass entweder ein anschwellendes Zweigende sich durch eine Querwand abgliedert, vom Thallus loslöst und unmittelbar zum neuen Thallus auswächst (V. tuberosa); oder dass sich der Plasmainhalt eines anschwellenden und durch Querwand abgliedernden Astendes zu einer Brutzelle zusammenzieht, die entweder sich sofort mit Membran umhüllt und durch Zerstörung der Mutterzelle frei wird, um dann zu keimen (V. geminata) — oder die von der Mutterzelle ausgestossen wird (V. hamata), oder welche dieselbe als Schwärmzelle verlässt, die auf der ganzen Aussenseite mit einem dichten Pelze kurzer Wimpern bedeckt ist (V. sessilis). Ein solcher Schwärmer kommt oft erst nach mehreren Stunden zur Ruhe und umhüllt sich dann mit Membran, zum jungen Thallus auf einer oder mehreren Seiten auswachsend.

388. Die Oogonien und Antheridien entwickeln sich meistens unmittelbar neben einander an demselben Zweigstücke des Thallus. Beide entstehen als papillöse Ausstülpungen der Membran. Bei V. sessilis ist das schief eiförmige Oogonium sitzend und durch eine Scheidewand vom Thallus abgegrenzt (Fig. 59 A, *o*). Sein Plasmainhalt formt sich zu einer mit dicken Oeltropfen versehenen Eizelle, deren der sich öffnenden Spitze des Oogoniums zugekehrtes Ende (Empfängnissfleck) farblos ist. Das Antheridium bildet die Endzelle eines hornartig gekrümmten Astes. Sein farbloses Plasma zerfällt in eine grosse Anzahl sehr kleiner, mit zwei Wimpern versehener Spermatozoiden, welche durch eine an der Spitze des Antheridiums sich bildende Oeffnung austreten und gewöhnlich sofort zur Eizelle gelangen (Fig. 59 A, *a*). Bei anderen Arten der Gattung stehen ein oder zwei Oogonien mit einem gipfelständigen Antheridium am Ende eines Geschlechtsastes beisammen (V. hamata); bei V. sericea sind die Antheridien keulenförmige Säcke, bei V. synandra erscheinen sie zu mehreren auf eiförmigen Zweigen, bei V. piloboloides öffnen sie sich seitwärts durch papillenartige Ausstülpungen.

Fig. 59



Die befruchtete Eizelle umhüllt sich mit dicker Membran und ihr Inhalt färbt sich roth oder braun. Die Keimung (Fig. 59 B) findet direct und erst nach längerer Ruheperiode statt.

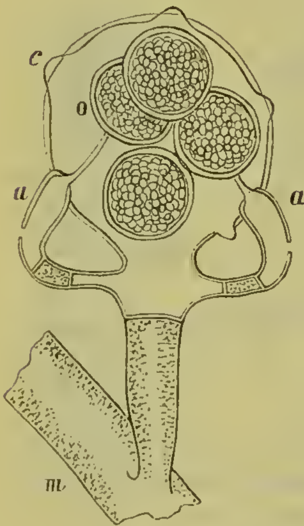
389. An die Vaucheriaceen schliessen sich andere Familien der formenreichen früheren Abtheilung der Siphoneen an, deren geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt ist. Bei den Caulerpeen gleicht die verzweigte Zelle einem kriechenden, mit Wurzeln und Blättern versehenen Stengel; sie ist ausserdem durch feinere und stärkere, durch die Höhlung von Wand zu Wand ausgespannte und unter einander netzig verbundene Zellstofffäden ausgezeichnet. Die Gattung Anadyomene gleicht einem gestielten Fächer, Bryopsis einem Fichtenbäumchen. Die meisten Formen wachsen in wärmeren Meeren.

Fig. 59. A Stück des Thallus von Vaucheria sessilis mit Oogonium (*o*) und Antheridium (*a*). Vergr. 250. — B Keimende Oospore, Vergr. ca. 100. — Nach Pringsheim.

2. Chlorophyllfreie Formen (Pilze).

390. (Fam. 20.) Saprolegniaceae. Saprophytische oder parasitische Pilze, meistens im Wasser auf todten Thieren und Pflanzen lebend, in welche ihr vielfach verzweigter, schlauchförmiger Thallus wurzelartige Aeste zum Zwecke der Nährstoffaufnahme sendet. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Brutzellen, welche in keulig anschwellenden, durch Querwand abgegliederten Zweigenden oder in reihenweise unter einander angelegten Mutterzellen durch simultane Theilung des Plasmas (§ 68) in grosser Anzahl gebildet werden. Diese verlassen ihre Mutterzelle entweder sofort als mit zwei Wimpern versehene Schwärmzellen; oder sie sammeln sich zu einem Häufchen vor der in der Mutterzelle entstehenden Oeffnung, umgeben sich mit einer Membran und entwickeln sich innerhalb dieser zum Schwärmer. Aus ihnen wird nach Aufhören der Bewegung und nachdem sie sich mit einer Membran umhüllt haben, durch einfaches Auswachsen zu einem Schlauche ein neuer Thallus. Oft bleiben auch die Brutzellen in der Mutterzelle liegen, umgeben sich mit Zellhaut und entleeren ihre später gebildeten Schwärmer durch zahlreiche Oeffnungen der Mutterzellwand.

Fig. 60.



391. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung schwellen kurze Aeste zu kugeligen Oogonien an (Fig. 60), die sich nach Aufnahme einer bedeutenden Plasmamasse von ihrem Tragaste durch Querwand abgliedern. Unterhalb, oft auch oberhalb dieser entstehen dann an der Spitze kürzerer, schlankerer Nebenäste die Antheridien, gewöhnlich zu mehreren neben einem Oogonium (Fig. 60 *a*). Schon ehe diese hervorsprossen, entstehen an einzelnen Stellen von der inneren Oogoniummembran aus kurze, papillenartige Auswüchse, welche entweder die Aussenhaut des Oogoniums nicht durchbrechen und dann als helle Flecke erscheinen, oder auch als kürzere oder längere Papillen über die Oogoniumfläche hervortreten (Fig. 60 *c*). Das Antheridium legt sich einer solchen „Copulationswarze" fest an und treibt nun selber aus einer inneren Lamelle seiner Zellhaut einen schlauchartigen Fortsatz (Befruchtungsschlauch), welcher die Copulationswarze durchbricht und in's Innere des Oogoniums hineinwächst (Fig. 60 *a*). Bei manchen Formen entstehen schon vor dem Hinzutreten der Antheridien durch Auflösung der durch die Aussenhaut wachsenden Copulationswarzen Oeffnungen in der Oogoniumhaut, durch welche später die Antheridiumschläuche zu den Eizellen treten. Letztere werden entweder einzeln (Pythium) oder zu meh-

Fig. 60. Geschlechtsast von Achlya racemosa (Vergr. 320) nach Pringsheim. *a* Antheridien, *o* Oogonium mit vier befruchteten Eizellen, *c* Copulationsfortsätze der Innenhaut des Oogoniums, *m* Mycelstück.

reren (Saprolegnia, Achlya) gebildet (Fig. 60). Die Befruchtung findet so statt, dass von dem körnigen Inhalte des Antheridiums durch den sich öffnenden Befruchtungsschlauch ruckweise äusserst kleine Körperchen ausgestossen werden, die wohl den Spermatozoiden der Vaucherien entsprechen. Die aus den befruchteten Eizellen entstehenden Oosporen keimen nach monatelanger Ruhe, entweder so, dass sofort eine kleine Pflanze entsteht, oder in einem kurzen Schlauche Schwärmzellen gebildet werden, oder dass der von der inneren Sporenmembranschicht umgebene ganze Inhalt ausschlüpft, um ausserhalb der Oospore zu keimen. Parthenogenesis ist bei Formen dieser Familie beobachtet worden (§ 342). Vergl. die folgende Familie.

392. (Fam. 21.) Peronosporeae. Schimmelartige Pilze, deren verzweigtes, einzelliges Mycelium parasitisch in den Intercellulargängen der Wirthpflanzen wuchert und diesen mit Hülfe von die Zellwände durchbohrenden Haustorien die nöthigen Nährstoffe entzieht. Bei Cystopus sind diese Haustorien sehr kurze, im Inneren der Zelle blasig angeschwollene Aestchen des Myceliums (Fig. 61 *i*), bei Peronospora gewöhnlich Büschel von Mycelästen. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Conidien. Diese werden bei Peronospora auf baumartig verzweigten Conidienträgern, welche durch die Spaltöffnungen an die Oberfläche der Pflanze treten und hier schimmelartige Anflüge verursachen, einzeln an der Spitze kurzer Aestchen abgeschnürt, indem die Astspitze blasig anschwillt und die wachsende Anschwellung durch eine Querwand als Zelle abgegrenzt und später abgeworfen wird (Fig. 61 *a*). Bei Cystopus bilden sich die Conidien unter

Fig. 61.



Fig. 61. *a* Peronospora grisea, Conidienträger, aus der Spaltöffnung eines Epidermisstückes vorragend (Vergr. 240). — *b*—*g* Phytophthora infestans (Vergr. 400) nach De Bary; *b* keimende Conidie, *c* solche in der Entwickelung von Schwärmzellen begriffen, *d* Schwärmzelle, *e* entleerte Conidie, *f* keimende Schwärmzelle, *g* eine solche in einem Stückchen Querschnitt vom Kartoffelstengel. — *h* Peronospora Alsinearum. Geschlechtsorgane (Vergr. 350) nach De Bary. — *i*, *k* Cystopus candidus: *i* Stück des Myceliums mit Haustorien im Rindengewebe von Capsella (Vergr. ca. 200), *k* Conidien (Vergr. 250).

der Epidermis der Nährpflanze an dem Ende keuliger, in dichten Rasen bei einander stehender Myceläste und zwar in ganzen Reihen, indem unter jeder Conidie der abschnürende Ast weiter wächst und eine zweite, dritte u. f. Conidie erzeugt (Fig. 61 *k*). Die Massen der Conidien heben die Epidermis bald als Blase empor (Blasenrost) und zersprengen dieselbe später. Die Conidien keimen meistens direct mit einem Schlauche aus (Fig. 61 *b*), in anderen Fällen erzeugen sie aus ihrem Inhalte eine Anzahl von mit zwei Cilien versehenen Schwärmzellen, welche dadurch entleert werden, dass sich die Conidie mit einem deckelförmig abgeworfenen Membranstücke an der Spitze öffnet (Fig. 61 *c—e*); diese Schwärmzellen gestalten sich später zu einer kugeligen, mit zarter Membran versehenen, den Keimschlauch treibenden Zelle (Fig. 61 *f*). Oder es tritt auch das ganze Conidienplasma aus, umhüllt sich dann mit Membran und keimt. Bei Cystopus wächst in allen Fällen der Keimschlauch durch die Spaltöffnungen ins Innere der befallenen Pflanze, während sich bei den Peronosporen der Keimschlauch direct durch die Epidermiszellwände und die tiefer gelegenen Zellen bohrt, bis er in Intercellularräume der Wirthpflanze gelangt (Fig. 61 *g*).

393. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich nur im Inneren der Wirthpflanze, Oogonien und Antheridien unmittelbar neben einander und ähnlich, wie bei den Saprolegnieen (Fig. 61 *h*). Im Oogonium sondert sich das Plasma in eine centrale, sehr körnerreiche Partie, die zum Ei wird und in eine dieses umgebende körnchenarme, hellere (das Epiplasma). Das Antheridium durchbohrt die Oogoniumwand mittelst eines schnabelartigen Fortsatzes (Befruchtungsschlauch), der bis an die Eizelle vordringt; ob er sich hier öffnet, ist ungewiss. Die mit derber, glatter, warziger oder stacheliger Membran versehenen meist dunkelbraunen Oosporen überwintern und bilden im nächsten Frühjahre entweder aus ihrem Plasma zahlreiche Schwärmzellen, die in einer zarten Innenlamelle (Endosporium) der Oosporenmembran wie in einer Blase eingeschlossen zu einem Riss der derben, cuticularisirten Aussenhaut (Exosporium) austreten (Cystopus); oder das Endosporium wächst zu einem das Exospor sprengenden Keimschlauche aus (Peronospora). Ihre Keimproducte verhalten sich in Bezug auf das Eindringen in die Nährpflanze wie die betreffenden Conidien.

394. Manche Arten der Peronosporeen gehören zu den schädlichsten Parasiten. Die Zellwände des befallenen Gewebes fangen von den Stellen, wo sie mit dem Mycelium in dauernde Berührung kommen oder von ihm durchbohrt werden, an sich zu bräunen und abzusterben, der Zellinhalt verschwindet ganz, oder Reste bräunen sich ebenfalls und verschrumpfen und der ganze vom Mycelium durchzogene Pflanzentheil bräunt sich, stirbt ab und vertrocknet oder verfault. Man kennt nur drei Gattungen.

Cystopus. C. candidus auf fast allen Cruciferen, auf Lepidium sativum, Brassica oleracea und Cochlearia armoracia manchmal schädlich; C. Portulacae auf Portulaca sativa und P. oleracea; C. cubicus auf Compositen, auf Scorzonera manchmal massenhaft.

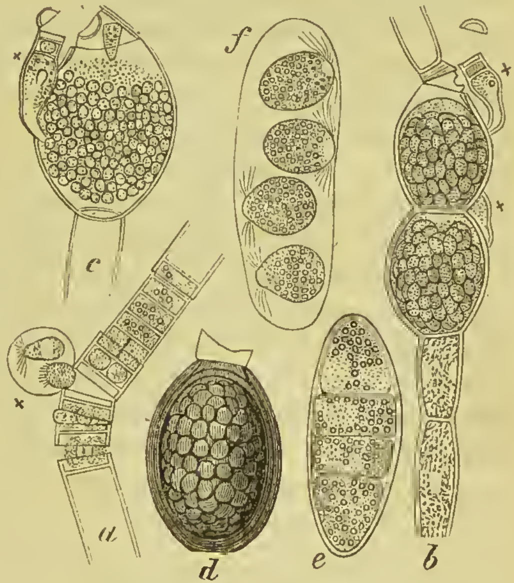
Peronospora. a. Conidien Schwärmzellen entwickelnd: P. nivea auf Umbelliferen, P. pusilla auf Geraniaceen. — b. Plasma der Conidien austretend, sich dann mit Membran umhüllend und mit Schlauch keimend: P. densa auf Rhinanthaceen. — c. Conidien an der Spitze einen Keimschlauch entwickelnd: P. gangliiformis auf Compositen (z. B. auf Endivien und Kopfsalat). — d. Conidien die Keimschläuche an jeder Stelle entwickelnd; hierher die meisten Arten: P. Viciae und P. Trifoliorum auf Erbsen, Klee, Luzerne; P. effusa auf Spinat, P. Betae auf Runkelrüben, P. obovata auf Spergula, P. parasitica auf Cruciferen, etc.

Phytophthora: unterscheidet sich von Peronospora dadurch, dass mehrere Conidien nach einander an demselben Aste gebildet werden. Ist die erste Conidie reif, so wird diese von einer unter ihr entstehenden Anschwellung des Astes zur Seite gedrängt und über ihr eine zweite, über dieser in gleicher Weise eine dritte Conidie gebildet u. s. w. Aus den Conidien entwickeln sich meistens Schwärmzellen. P. infestans ist der die Kartoffelkrankheit verursachende gefürchtete Pilz, dessen Geschlechtsorgane bis jetzt unbekannt sind; sein Mycelium überwintert in den Kartoffelknollen, in die es durch in die Erde gelangende und auf der jungen Knolle keimende Schwärmzellen geräth und von denen aus es wieder in die austreibenden Stengel wächst.

12. Ordnung. Oedogonieae.

395. (Fam. 22.) Oedogoniaceae. Süsswasserbewohner, deren cylindrische Zellen einfache (Oedogonium) oder verzweigte (Bulbochaete) Fäden bilden, deren Endzellen oft in ein langes farbloses Haar auslaufen. Die eigenthümliche Zelltheilung wurde bereits früher erwähnt (§ 67, Fig. 14). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Schwärmzellen, welche sich einzeln aus dem gesammten Plasma in einer vegetativen Zelle bilden, diese durch einen Querriss am oberen Ende, das wie ein Deckel zurückschlägt, verlassen und an ihrem farblosen Vorderende einen Kranz beweglicher Wimpern besitzen (§ 58, Fig. 12 *a*, *b*). Die Keimung der Schwärmspore erfolgt so, dass sich dieselbe mit dem farblosen Vorderende festsetzt, die Wimpern einzieht, mit Membran umgiebt und das festsitzende Ende zu einer gelappten Haftscheibe gestaltet (Fig. 12 *c*), während das grüne zu einem schlank keulenförmigen, sich bald theilenden Schlauche auswächst.

Fig. 62.



396. Die Antheridien (Fig. 62 *a*) entstehen im einfachsten Falle durch wiederholte Quertheilung vegetativer Zellen. Jedes Antheridium theilt sich dann noch einmal durch eine Quer- oder Längswand in zwei Zellen, von denen jede ein den Schwärmzellen gleich gestaltetes aber kleineres und blasser grünes Spermatozoid erzeugt, welches die Mutterzelle in derselben Weise wie eine Schwärmzelle verlässt. Die zwei in einem Antheridium gebildeten Spermatozoiden sind dabei anfänglich von einer hyalinen Blase

Fig. 62. *a* Oedogonium gemelliparum: Antheridien, bei * die austretenden Spermatozoiden (Vergr. 350). — *b*–*d* Oe. ciliatum: *b* Stück eines Fadens mit Oogonien und Zwergmännchen * (Vergr. 250), *c* Oogonium mit Zwergmännchen * im Augenblicke der Befruchtung (Vergr. 350), *d* reife Oospore im Oogonium (Vergr. 350). — *e*, *f* Schwärmsporenbildung aus der Oospore von Bulbochaete intermedia (Vergr. 250). — Nach Pringsheim.

umgeben (Fig. 62 *a*, *). — Das Oogonium entsteht jedesmal aus der oberen Tochterzelle einer eben getheilten vegetativen Zelle. Diese schwillt eiförmig bis kugelig an und formt ihren ganzen Inhalt zu einem fast kugeligen Ei, dessen der späteren Oogoniumöffnung zugekehrte Seite farbloses Plasma (Empfängnissfleck) enthält. Das Oogonium öffnet sich entweder an irgend einer Stelle durch ein scharf umschriebenes, kreisförmiges Loch, das gewöhnlich auf dem Scheitel einer vorher gebildeten kurzen Papille entsteht; oder die Membran klappt am oberen Ende desselben wie bei Entlassung der Schwärmzellen zurück und ein in den Spalt tretender farbloser Schleim formt sich, später erhärtend, zu einer Art Canal (Fig. 62 *b*, *c*). Das in das Oogonium eintretende Spermatozoid dringt in den Empfängnissfleck der Eizelle ein (Fig. 62 *c*), die sich darauf sofort mit einer Membran umgiebt.

397. Bei den meisten Arten von Oedogonium und allen Bulbochaete-Arten werden in Zellen, welche den Antheridien ähnlich sind, aber sich nicht noch einmal theilen, sogenannte Androsporen entwickelt, die in der Form den Spermatozoiden und Schwärmzellen gleichen, in Grösse und Chlorophyllgehalt zwischen beiden die Mitte halten. Diese Androsporen keimen nach Art der Schwärmzellen auf oder neben dem Oogonium zu einem „Zwergmännchen“, einer winzigen männlichen Pflanze, die nur aus einer kleinen vegetativen Zelle und einem endständigen Antheridium besteht (Fig. 62 *b*, *c*), dessen Spermatozoiden gewöhnlich sofort in das Oogonium gelangen. — Die grossen, gelb gefärbten Spermatozoiden des Oedogonium diplandrum zeichnen sich durch amöbenartige Bewegungen aus. — Die Eispore verdickt ihre Membran und färbt ihren Inhalt roth oder braun (Fig. 62 *d*). Sie überwintert in der Oogoniummembran der sonst zu Grunde gehenden Pflanze, und entlässt im Frühlinge ihren im blasenförmig austretenden Endosporium eingeschlossenen Inhalt. Dieser theilt sich in vier grosse Schwärmzellen (Fig. 62 *e*, *f*), welche nach einiger Zeit jede zu einer Pflanze auswachsen.

398. An die Oedogoniaceen schliesst sich habituell die Familie der Confervaceen, wie jene aus einfachen oder verzweigten Zellenreihen bestehend. Geschlechtsorgane sind unbekannt. Bei manchen Gattungen kennt man Schwärmzellen, oft von zweierlei Grösse (Makro- und Mikrozoosporen), die zur Zelle durch Oeffnungen austreten, welche z. B. bei Cladophora auf der Spitze je einer kurzen Papille am Vorderende der Zellen liegen. Andere Gattungen entwickeln in ihren Zellen unbewegliche Brutzellen. Die kleinen Schwärmer von Cladophora sollen copuliren. (Conferva, Microspora, Cladophora.)

Die Chaetophoreen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre verzweigten Zellreihen mit einem langen, glashellen Haare endigen und in Schleim eingebettet liegen (Draparnaldia, Chaetophora).

Bei den Ulvaceen ist der aus einer einfachen oder doppelten Zellenlage bestehende Thallus blatt- oder sackförmig. Schwärmsporenbildung ist bekannt. Die mit 4 Wimpern versehenen Makrozoosporen keimen unmittelbar und von kleineren, nur 2 Wimpern führenden Mikrozoosporen wird Copulation angegeben, die nach anderen Beobachtungen nicht existirt. Die meisten Arten sind Meeresbewohner (Ulva). Prasiola wächst in Form zarter, gekräuselter Häutchen auf feuchtem Erdboden, Enteromorpha intestinalis in Gestalt darmförmiger Schläuche in süssem und salzigem Wasser.

13. Ordnung. Characeae.

399. Die Characeen sind untergetauchte, mittelst hyaliner Wurzelhaare (Rhizoiden) im Schlamme wurzelnde Wasserpflanzen. Ihr verzweigter,

stammartiger Thallus wächst mit einer nahezu halbkugeligen, sich durch horizontale Wände theilenden Scheitelzelle und ist in lange Internodien und kurze Knoten gegliedert. Letztere werden durch Verticalwände in eine Zellenscheibe getheilt, deren peripherische Zellen zu mit begrenztem Spitzenwachsthum behafteten sogenannten Blättern auswachsen, welche die Gliederung des sogenannten Stammes wiederholen und Seitenblättchen erzeugen können. In der Achsel der ersten Blätter eines Quirles entstehen Seitenzweige des Thallus, die sich wie der Stamm verhalten. Die Internodien bestehen entweder aus einer einzigen, sehr langen, cylindrischen Zelle (Nitella), oder sie sind von einer Rinde aus einer einzelnen Lage von Zellen umgeben (Arten von Chara). Diese Rinde entsteht dadurch, dass von dem Basilarknoten jedes jugendlichen Blattes nach oben und unten eine Zelle (Rindenlappen) dicht am Internodium entlang wächst. Die Rindenlappen stossen in der Mitte des Internodiums zusammen und sind wieder in complicirter Weise gegliedert. Aus den Basilarknoten entspringen noch einzellige sogenannte Nebenblättchen. Aus den unteren Knoten der Hauptsprosse wachsen auch die Rhizoiden hervor.

400. Eine vegetative Vermehrung findet bei Chara fragilis durch „nacktfüssige Zweige", die mit Ausnahme der fehlenden oder mangelhaften Berindung des untersten Internodiums den normalen Zweigen gleichen, und durch ebenfalls an den Knoten entspringende „Zweigvorkeime" statt, die den aus der Spore hervorgehenden Vorkeimen entsprechend gebaut sind (§ 403).

Antheridien und die hier als Eiknospen (Sporenknospen) bezeichneten weiblichen Organe entstehen an den als Blätter betrachteten Aesten; die Antheridien sind das metamorphosirte Endglied, die Eiknospen entspringen aus dem Basilarknoten eines Blattes (Chara) oder dem letzten Knoten des Hauptstrahles. Bei der monöcischen Chara fragilis sitzt daher die Eiknospe (Fig. 63 I, *sp*) über dem Antheridium (Fig. 63 I, *a*), bei anderen Charen neben demselben.

401. Das Antheridium ist eine kurz gestielte, hohle Kugel, deren Wand aus acht flachen Zellen (Schildzellen) mit eingefalteten Seitenwänden besteht. Vier dreieckige derselben bilden die obere, vier ungleich-vierseitige die untere Hälfte der Kugel. Auf der Mitte der Innenseite jeder Schildzelle sitzt eine stumpf kegelförmige Zelle (Manubrium — Fig. 63 II, *m*), auf dieser eine grössere kuglige (Kopf-) Zelle und auf dieser wieder Köpfchenzellen, auf denen zuletzt gewöhnlich je vier lange, gewundene, durch Querwände in bis 200 scheibenförmige Zellen gegliederte Schläuche entspringen. In jeder dieser Schlauchzellen liegt ein schraubig gewundenes Spermatozoid (Fig. 63 III, IV), das am vorderen spitzeren Ende zwei lange zarte Wimpern trägt. Aus dem Grunde des Antheridiums ragt noch eine stumpfkegelförmige („flaschenförmige") Zelle bis in die Mitte, hier die Kopfzellen stützend, vor. Schildzellen und Manubrien (erstere nur auf der Innenwand) enthalten zur Zeit der Reife einen rothen, körnigen Farbstoff. Um diese Zeit fällt auch das Antheridium völlig in seine Zellen auseinander.

Das junge noch einzellige Antheridium theilt sich zuerst durch nach drei Richtungen unter rechten Winkeln wechselnde Wände in Kugeloctanten und aus jedem dieser entstehen durch zwei Tangentialwände drei Zellen:

die äussere wird zur Schildzelle, die mittlere zum Manubrium, die innere zur Kopfzelle (Fig. 63 VII). In Folge stärkeren Flächenwachsthums der Schildzellen weichen Manubrien und Kopfzellen auseinander und nun entstehen die Köpfchen- und Schlauchzellen durch Sprossung an den Kopfzellen, während die über der Stielzelle gelegene flaschenförmige Zelle nach innen emporwächst.

402. Die junge Eiknospe besteht aus drei hinter einander gelegenen Zellen: Stiel-, Knoten- und Centralzelle. Aus der Knotenzelle sprossen fünf

Fig. 63.



schlauchförmige Zellen (Rindenschläuche) hervor, welche der Centralzelle dicht angeschmiegt (und mit ihr später verwachsend) über dem Scheitel

---

Fig. 63. I. Blattstück von Chara fragilis mit Eiknospe *sp* (*k* deren Krönchen) und Antheridium *a* (Vergr. ca. 50). — II. Manubrium mit den Antheridiumschläuchen (Vergr. ca. 100). — III. Stück eines Antheridiumschlauches (Vergr. ca. 300). — IV. Spermatozoid (Vergr. 600). — V und VI. Junge Eiknospen (Vergr. 140) nach De Bary. — VII. Junges Antheridium im optischen Längsschnitte (Vergr. 200). — VIII. Oberer Theil der Eiknospe von Nitella tenuissima (Vergr. 140) und IX. solcher von Chara foetida (Vergr. ca. 70) nach De Bary; *s* die Spalte zwischen den Rindenschläuchen, *k* Krönchen, *a* innere Vorsprünge der Rindenschläuche, *e* Ei. — X. Keimende Oospore von Chara crinita (Vergr. ca. 80) nach De Bary; *v* Vorkeim, *w* Primärwurzel. — XI. Oberer Theil des Zweigvorkeimes von Chara fragilis (Vergr. 170) nach Pringsheim; *v* Knospe des Vorkeimzweiges, *w* Wurzelknoten, 1—3 Blätter nach der Reihenfolge ihrer Entstehung.

derselben zusammenschliessen. Durch eine in halber Höhe entstehende Querwand werden sie in ein oberes und unteres Stockwerk getheilt (Fig. 63 V); ersteres wird von den lebhaft weiter wachsenden und sich spiralig windenden unteren Zellen (Rindenschläuchen) emporgetragen (Fig. 63 VI) und steht bald als Krönchen auf der Spitze der Eiknospe (Fig. 63 I, *k*). In der Basis der Centralzelle werden während dessen noch 1—3 kleine Zellen (Wendungszellen) abgegliedert; der grösste Theil enthält das Ei. Unter dem Krönchen entsteht dadurch, dass sich hier die Rindenschläuche stärker nach innen vorwölben, ein mit wasserheller Substanz gefüllter Intercellularraum, der oben und unten trichterförmig, in der Mitte canalartig verengt ist. Kurz vor der Befruchtungsreife strecken sich die oberen Enden der fünf Rindenschläuche noch einmal und zerreissen dabei ringförmig ihre äussere cuticularisirte Schicht (Fig. 63 VIII, IX). Dadurch wird der erwähnte Intercellularraum erweitert und gleichzeitig bildet sich zwischen je zwei benachbarten Rindenschläuchen in der Höhe der oberen Höhlung des Intercellularraumes ein Längsspalt (Fig. 63 VIII, IX, *s*); die über dem Ei befindliche Membranpartie der Centralzelle erweicht und füllt sammt wässeriger Flüssigkeit Intercellularraum und Spalten der Eiknospe, so dass hinzukommende Spermatozoiden leicht festgehalten werden (Fig. 63 IX), und zum Ei gelangen können, das an seinem freien Ende einen helleren Empfängnissfleck zeigt.

403. Nach der Befruchtung verholzen die Seiten-, sowie namentlich die Innenwände der Rindenschläuche, während die Aussenwände derselben erst gallertartig quellen und dann sich lösen. Die überwinterte keimfähige, mit einer farblosen Cellulosemembran versehene Eispore ist daher von einer derben, meist braun gefärbten, oft mit Kalk inkrustirten Schale umgeben, die von den Resten der Seitenwände der Rindenschläuche in Form von Spiralleisten geziert wird (Fig. 63 X). Bei beginnender Keimung sammelt sich in der Spitze der Eispore eine hellere Plasmamasse und grenzt sich durch Scheidewand von dem übrigen dunkelen, mit grossen Fetttropfen und Stärkekörnern erfüllten Protoplasma als planconvexe erste Knotenzelle ab. Diese zerfällt darauf durch eine in der Längsaxe der Eispore liegende Wand in zwei neben einander liegende Zellen, deren eine zum Vorkeim, deren andere zum ersten Wurzelhaar schlauchförmig auswächst. Der bald Chlorophyll entwickelnde Vorkeimschlauch streckt sich und gliedert eine obere Zelle ab, die sich noch mehrere Male zur 3—6zelligen Vorkeimspitze theilt (Fig. 63 XI, die vier oberen Zellen). Unter dieser wird durch eine Querwand noch einmal eine Zelle abgetrennt und diese theilt sich darauf in eine untere niedrige Zelle (den Wurzelknoten — Fig. XI, *w*), eine mittlere längere und eine obere niedrige Zelle (den Stengelknoten). Letztere ist auf der einen Seite etwas höher und zerfällt durch drei parallele Längswände und darauf folgende Tangentialtheilungen in eine Zellenscheibe, aus deren peripherischen Zellen „Blätter“ (Fig. 63 XI, 1—3 nach der Reihenfolge der Entstehung) und zwischen ihnen der erste Spross der jungen Pflanze mit seiner Scheitelzelle (Fig. XI, *v*) sich entwickeln, während die Vorkeimspitze unverändert bleibt, aus dem Wurzelknoten Rhizoiden entspringen und die unter und über dem Wurzelknoten gelegenen Zellen sich noch bedeutend

Fig. 64.

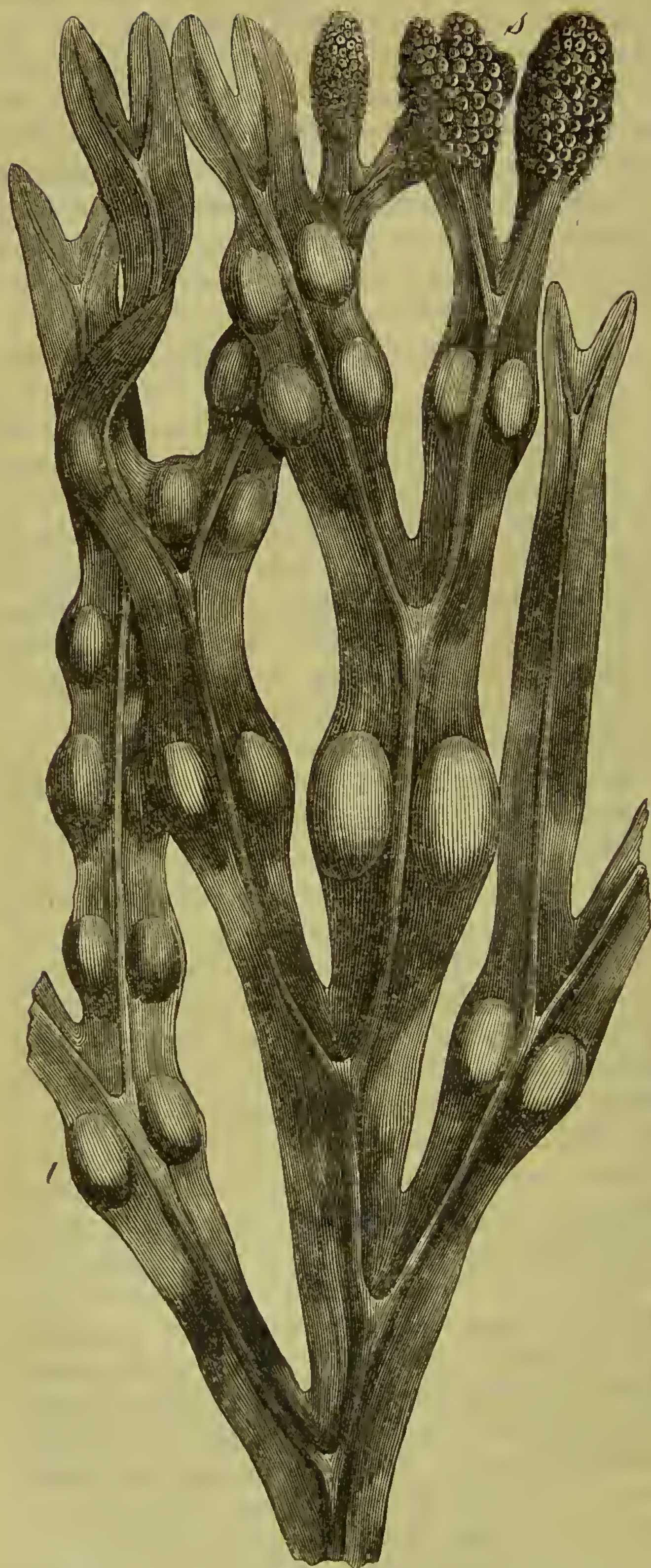


Fig. 64. Fucus vesiculosus L. Ein Ast der Pflanze in natürlicher Grösse. l Lufthöhlen im Gewebe. s Fructificationsorgane.

strecken. Die parthenogenetische Fortpflanzung der Chara crinita, deren männliche Pflanzen mit Ausnahme weniger Herbariumexemplare unbekannt sind, wurde bereits im § 342 erwähnt.

404. Das Plasma der Characeenzellen zeichnet sich durch seine vorzügliche Rotation aus. Viele Charen sind stark mit Kalk inkrustirt und von einem widerlichen Geruche. Man unterscheidet 2 Familien. A. Nitelleae: Krönchenzellen durch Querwand getheilt (Fig. VIII), Stengel und Blätter nicht berindet: Nitella, Tolypella. — B. Chareae: Krönchenzellen ungetheilt, Stengel und Blätter berindet oder unberindet: Chara.

Oosporeae.

14. Ordn. Fucoideae.

405. Die Ordnung der Tange, mit wenigen Ausnahmen (Pleurocladia) nur Meeresbewohner enthaltend, umfasst die mannigfachst organisirten Formen, die indessen alle durch das Vorkommen eines das Chlorophyll verdeckenden braunrothen Farbstoffes (Phycophaeïn) im Zellenplasma ausgezeichnet sind, der sich aus der todten Pflanze durch (namentlich kochendes) Wasser ausziehen lässt, und den Tangen die eigenthümlich grünbraune bis lederbraune Färbung er-

theilt, so dass die Ordnung auch den Namen der Brauntange (Melanophyceae) erhalten hat.

1. Unterordnung. Fucaceae.

406. Der Thallus der Fucaceen zeichnet sich häufig durch eine an die höheren Pflanzen erinnernde morphologische Gliederung aus. Ein wurzelartig verzweigter oder zu einer meist gelappten Haftscheibe verbreiterter Theil desselben hält ihn am Meeresboden, an Steinen, Muscheln etc. fest und trägt eine Art Stamm, der sich verzweigt und dessen letzte Glieder in

Fig. 65.



der Form oft an Blätter erinnern (Sargassum). Das Gewebe lässt Differenzirung in einen äusseren rindenartigen Theil aus kleineren Zellen und in ein inneres, aus grossen, oft reihenweise zu Fäden gegliederten Zellen bestehendes Grundgewebe erkennen (Fig. 65 *a*). Die Zellwände besitzen gewöhnlich eine innere derbere Schicht und eine äussere, mächtiger ent-

Fig. 65. Fucus vesiculosus L. *a* Längsschnitt durch das weibliche Conceptaculum (Vergr. 50). — *b* Oogonium und Paraphysen, Beginn der Eibildung. — *c* Sich öffnendes Oogonium. — *d* Antheridien. — *e* Ei mit anhängenden Spermatozoiden. — *f* Junge Pflanze (*b*—*f* in 160facher Vergr.). — *g* Spermatozoid (Vergr. 350). — Nach Thuret.

wickelte, stark quellungsfähige, die mit derjenigen benachbarter Zellen zu einer meistens structurlosen Intercellularsubstanz verschmolzen ist (§§ 34, 73).

407. Die Oogonien und Antheridien sitzen in grubigen Höhlungen (Conceptacula) des Thallus, oft an besonders gestalteten Aesten desselben (Fig. 64), entweder beide in derselben Höhlung, oder in verschiedenen Conceptakeln auf demselben Individuum oder auf verschiedenen Pflanzen. Die Höhlungen selbst entstehen als Vertiefungen an der Oberfläche des Thallus, die von dem benachbarten Gewebe überwuchert werden. Antheridien wie Oogonien sind metamorphosirte Trichome, welche zwischen zahlreichen einfachen, gegliederten Haaren (Paraphysen) stehen (Fig. 65 *a*, *b*). Erstere entstehen als länglich-eiförmige, einzellige, dünnwandige Aeste verzweigter Haare (Fig. 65 *d*) und erzeugen jedes zahlreiche kleine Spermatozoiden mit zwei (nach vorn und hinten gerichteten) Wimpern und einem rothen Flecken (Fig. 65 *g*). Die Oogonien sind eiförmige bis kugelige, auf einem einzelligen Stiele sitzende Zellen (Fig. 65 *b*), deren dunkelbraunes Plasma sich zu einer Eizelle formt oder durch Theilung in 2—8 Eier zerfällt (Fig. 65 *b*, *c*). Die reifen Antheridien und von den Oogonien eine innere, die Eier umhüllende Membranschicht, werden zur Zeit der Ebbe aus den Conceptakeln entleert und entlassen ihren Inhalt zur Zeit der Fluth. Die Eier werden dabei in der Weise ausgestossen, dass eine dieselben anfänglich noch umhüllende nnerste Hautschicht des Oogoniums erst später zerrissen wird (Fig. 65 *c*). Die Spermatozoiden hängen sich dann zahlreich an das kugelige Ei (Fig. 65 *e*) und versetzen dasselbe in rollende Bewegung, während welcher die Befruchtung stattfindet. Das befruchtete Ei umhüllt sich mit einer Membran und wächst sofort zu einer jungen Pflanze (Fig. 65 *f*) aus, deren ganzer Entwickelungslauf noch nicht bekannt ist.

408. Sämmtliche Fucaceen sind Bewohner des Meeres, besonders der Küsten. Sie besitzen in ihrem Gewebe häufig grosse Lufthöhlungen, die den Thallus stellenweise blasig aufgetrieben erscheinen lassen (Fucodium, Fucus, Sargassum). Die Geschlechtsorgane sitzen entweder an den äusseren Verzweigungen des Thallus oder an eigenthümlich umgestalteten Aesten desselben (Himanthalia, Sargassum). Vgl. auch § 410.

2. Unterordnung. Phaeosporeae.

409. An die Fucaceen schliessen sich nach Gestalt und anatomischem Baue die höher entwickelten Formen der Ordnung der Phaeosporeen unmittelbar an (Fig. 66). Man kennt bei diesen Schwärmsporen, welche zu vielen in einzelligen oder vielzelligen Behältern, in letzterem Falle dann in jeder Zelle einzeln, gebildet werden und welche meistens unmittelbar keimen. Bei Dictyosiphon soll Copulation der Schwärmer vorkommen. Bei einigen Gattungen (Ectocarpus, Cutleria, Tilopteris) kennt man Antheridien, die denen der Fucaceen gleichen; dagegen sind weibliche Organe zur Zeit unbekannt. Die verschiedenen, fast durchgängig Meeresbewohner umfassenden Familien unterscheiden sich grösstentheils durch Form und Bau des Thallus.

Ectocarpeae: Thallus aus verzweigten Zellenreihen gebildet, dem der Confervaceen ähnlich (Ectocarpus. Pleurocladia im süssen Wasser auf anderen Pflanzen). Sphacelarieae: Thallus verzweigt, fadenförmig, aus mehreren Zellenreihen zusammengesetzt (Sphacelaria). Chordarieae: Thallus meist fadenförmig, in seiner Axe mit langen, röhrenförmigen Zellen Chordaria). Dictyoteae: Thallus blattartig, dünn hautartig oder röhrig (Punctaria, Striaria,



Fig. 66. Laminaria digitata Lamour. *a* var. stenophylla (= L. dig. vera); *b* und *c* die als L. Cloustoni Edm. unterschiedene Form; *d* junge Pflanze der letzteren. *a*—*c* verkleinert, *d* in natürlicher Grösse.

Dictyota). Laminarieae: Thallus laubartig, flach (Laminaria. Thalassiophyllum mit durchlöchertem Thallus. Nereocystis: eine grosse, gestielte, auf dem Scheitel Blätter tragende Blase. Macrocystis: Thallus strickartig, mit zahlreichen Blättern, die an der Basis eine grosse Schwimmblase besitzen).

410. Phaeosporeen und Fucaceen sind die grössten Thallophyten. Macrocystis pyrifera erreicht eine Länge von über 300 Mtr. Viele bilden unterseeische Wälder, namentlich in den Meeren der südlichen Hemisphäre und im nördlichen grossen Ocean. Sargassum bacciferum ist die Alge der Sargasso- oder Krautseeen, deren grösste im nördlichen atlantischen Oceane sich findet. Nutzbar sind sie durch das aus ihrer Asche gewonnene Jod und als Dünger; manche Arten werden auch als Viehfutter benutzt oder als Salat, Suppe etc. zubereitet von Küstenbewohnern gegessen. Aus anderen wird Syrup gewonnen (Laminaria saccharifera, Zuckertang). Officinell ist Laminaria digitata (europäische Küsten), deren Stengel zu chirurgischen Zwecken verwendet wird. Der blattartige Theil des Thallus dieser Alge wird in jedem Jahre in der Weise erneuert, dass der an der Grenze zwischen Blatt und Stiel gelegene Vegetationspunkt im Frühjahre zu einem neuen blattartigen Theile auszuwachsen beginnt, der das alte, allmählich absterbende Blatt emporträgt, dabei durch Rissbildung in Folge eines eigenthümlichen Wachsthumsprocesses zerschlitzt und nach Abstossung des vorjährigen Blattes das handförmig getheilte junge Laub bildet, um im nächsten Jahre in gleicher Weise wieder abgeworfen zu werden (Fig. 66 *b*).

IV. Classe. Carposporeae.

411. Wo bei den Carposporeen die Befruchtungsvorgänge bekannt sind, enthält das weibliche Organ, das **Carpogonium**, nicht unmittelbar die der directen Befruchtung unterliegenden, unmittelbar zu Sporen werdenden Eizellen, sondern der gesammte Inhalt der weiblichen Zelle als solcher wird befruchtet und letztere erst in Folge dessen zu weiterer Entwickelung angeregt, die in der lange nach der Befruchtung erfolgenden Bildung von Sporen gipfelt. Das Carpogon ist ferner in vielen Fällen schon vor der Befruchtung ein mehrzelliger Körper, dessen eine Zelle als ein eigenes, meist haarartiges Empfängnissorgan (**Befruchtungshaar, Trichogyne**) entwickelt ist, das an der späteren Sporenentwickelung keinen Antheil nimmt. Die Befruchtung geschieht entweder durch activ bewegliche oder passiv bewegte Samenkörper, oder sie erfolgt durch eine Copulation der beiderlei Geschlechtszellen, wobei die Befruchtung auf diosmotischem Wege oder in Folge von Resorption der Berührungsstellen und directer Einwirkung des Plasmas erfolgt. Nach der Befruchtung bildet sich mit wenigen Ausnahmen ein die sporenerzeugenden Organe einschliessender oder tragender Fruchtkörper von verschiedener Grösse und Form. — Von vielen hierher gezogenen Thallophyten sind Geschlechtsorgane nicht bekannt, von anderen wird der Charakter der als Geschlechtsorgane gedeuteten Gebilde neuerdings wieder angezweifelt.

412. Die zu den Carposporeen gerechneten Ordnungen der Thallophyten sind die folgenden.

I. Chlorophyllhaltige Formen. Die Befruchtung erfolgt stets durch Spermatozoiden. Das Carpogon trägt stets eine Trichogyne.
   - A. Befruchtung durch bewegliche Spermatozoiden. Plasma rein grün: **Coleochaeteae.**
   - B. Befruchtung durch unbewegliche, passiv vom Wasser dem weiblichen Organe zugeführte Samenkörper. Chlorophyll durch rothen Farbstoff verdeckt: **Florideae.**

II. Chlorophyllfreie Formen. Spermatozoiden fehlen. Trichogyne meistens nicht entwickelt.
   - A. Die Sporen werden durch freie Zellbildung in Schläuchen (Asci) entwickelt: **Ascomycetes.**
     1. Ein die Sporenschläuche tragender Fruchtkörper fehlt: Gymnoasci.
     2. Fruchtkörper entwickelt.

a. Fruchtkörper geschlossen, sich durch Fäulniss öffnend, einfächerig: Erysiphei.

b. Fruchtkörper kugelig oder krugförmig, mit enger Mündung sich öffnend, das Sporenlager im Grunde desselben: Pyrenomycetes.

c. Fruchtkörper zur Reifezeit meistens becher- oder scheibenförmig, das Sporenlager auf der ganzen freien Fläche: Discomycetes.

d. Fruchtkörper wie bei b oder c. Auf Algen schmarotzende Pilze, welche die Algen als sogenannte Gonidien in den aus dichtgeflochtenen Hyphen gebildeten Thallus einschliessen: Lichenes.

e. Fruchtkörper knollenförmig, geschlossen, das Sporenlager in labyrinthischen Gängen oder Kammern desselben: Tuberacei.

B. Die Sporen werden auf besonderen Zellen (Basidien) durch Abschnürung erzeugt.

1. Sporen in Reihen über einander: **Aecidiomycetes.** (Im Anschlusse: Ustilagineen und Entomophthoreen.)

2. Sporen einzeln: **Basidiomycetes.**

a. Die Basidien entspringen auf der Oberfläche eines meist hautartigen, stets gallertartigen Fruchtkörpers: Tremellini.

b. Fruchtkörper nicht gallertartig.

* Die Basidien bekleiden zahlreiche Kammern im Inneren eines Fruchtkörpers: Gasteromycetes.

** Die Basidien entspringen auf Vorsprüngen der Aussenfläche eines Fruchtkörpers: Hymenomycetes.

I. Reihe. Chlorophyllhaltige Formen.

15. Ordnung. Coleochaeteae.

413. (Fam. 23.) Coleochaeteae. Kleine, kaum 2 Mmtr. grosse Süsswasserbewohner, deren Thallus aus wiederholt verzweigten Fäden besteht (Fig. 67 I) und dann entweder ganz unregelmässig ist oder halbkugelige oder scheibenförmige Polster bildet — oder welcher eine aus lückenlos verbundenen Zellen bestehende Scheibe darstellt. Einzelne Zellen des Thallus entwickeln borstenförmige, mit dem untern Ende in einer engen Scheide steckende Haare (Fig. 67 I, *h*). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch mit zwei Cilien versehene kugelige Schwärmzellen, welche sich aus dem gesammten

Fig. 67.

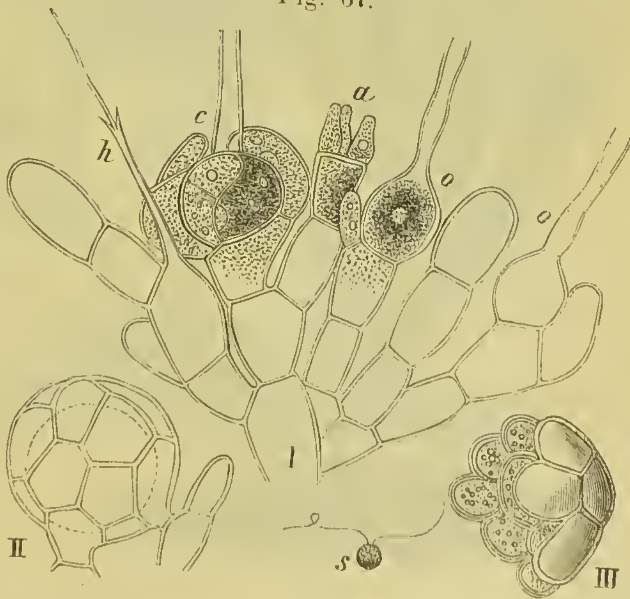


Fig. 67. Coleochaete pulvinata. I Stück aus einem fructificirenden Pflänzchen (Vergr. 350). II Reife Frucht (Vergr. 280). III Frucht in der Schwärmsporenbildung begriffen (Vergr. 280). *a* Antheridien, *o* Carpogonien, *c* junge Frucht, *h* Haar, *s* Spermatozoid. — Nach Pringsheim.

Plasma jeder beliebigen vegetativen Zelle bilden und durch ein in der Wand derselben entstehendes Loch entweichen. Das Carpogon entwickelt sich bei Coleochaete pulvinata aus der Endzelle eines Zweiges (Fig. 67 I). Diese schwillt blasig an und verlängert sich zu einem schlauchförmigen, an der Spitze sich öffnenden Fortsatze, die Trichogyne (Fig. 67 I, *o*), welche einen farblosen Schleim ausstösst, während sich der grüne Plasmainhalt des Carpogons zum Ei formt. Die Antheridien entstehen meistens an benachbarten Aesten als dick-flaschenförmige Ausstülpungen, die durch Querwand abgegliedert werden (Fig. 67 I, *a*) und aus ihrem ganzen Inhalte ein fast farbloses Spermatozoid bilden, welches die Gestalt der Schwärmzellen hat (Fig. 67 *s*), aber kleiner ist. Dasselbe entweicht durch eine Oeffnung an der Spitze des Antheridiums. Der Befruchtungsakt selbst ist noch nicht beobachtet worden. Das befruchtete Carpogon, dessen Ei sich mit einer Membran umhüllt, wächst und wird nach und nach von einer zelligen Hülle umgeben, die von sich verzweigenden und durch Querwände gliedernden, aus der Trägerzelle entspringenden Schläuchen gebildet wird (Fig. 67 I, *c* und II). Diese sich dunkelbraun färbende Frucht überwintert und bildet im Frühjahre aus der Eispore durch wiederholte Zweitheilung einen kleinen parenchymatischen Gewebekörper, der die Rinde sprengt (Fig. 67 III) und in jeder seiner Zellen eine

Fig. 68.



Fig. 68. Gigartina mamillosa J. Ag. *a* Fructificirende Pflanze, *b* und *c* älteres und junges Exemplar einer anderen Varietät; nat. Gr.

Schwärmzelle entwickelt, die ihrerseits eine Pflanze erzeugt. — Bei anderen Arten der Gattung ist die Stellung und Form der Geschlechtsorgane eine andere; bei C. scutata entstehen die Antheridien auf besonderen kleineren Pflanzen.

Fig. 69.



16. Ordnung. Florideae.

414. Die Florideen sind mit wenigen Ausnahmen (Batrachospermum, Lemanea, Hildenbrandtia) Meeresbewohner. Ihr Thallus besteht aus verzweigten Zellenreihen, die oft in ähnlicher Weise wie bei Chara berindet werden (Ceramium-Arten, Batrachospermum), oder aus ein- oder mehrschichtigen, blattartigen Zellenflächen, oder aus verzweigten, meist bandartigen

Fig. 69. Chondrus crispus Lyngb. Drei verschiedene Formen der Pflanze in natürlicher Grösse, *a* fructificirend.

oder fadenförmigen Gewebekörpern (Fig. 68, 69), deren anatomischer Bau demjenigen der Fucoideen nahe kommt. Der Inhalt der Zellen führt einen rothen, im Wasser löslichen Farbstoff (Phycoërythrin, Florideenroth — § 42), welcher das Chlorophyll vollständig verdeckt und diesen Algen die meist prächtig rothe bis violette Färbung ertheilt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung wird bei den meisten Arten durch unmittelbar keimende sogenannte Tetrasporen vermittelt: lebhaft roth gefärbte Brutzellen, welche durch Theilung des Plasmas in meist 4, seltener 1, 2 oder 8 Zellen in den Endzellen der Zweige oder eigenthümlicher Haare oder meistens in inneren Gewebezellen des Thallus entstehen (Fig. 70, S. 201).

Die Antheridien sitzen als einzelne Zellen oder Zellengruppen am Ende der Zweige (Fig. 71 I, V), oder auf der Fläche oder in Höhlungen des Thallus. Jede Zelle erzeugt ein kugeliges, wimpernloses Spermatozoid, das vom Wasser passiv der Trichogyne zugeführt wird und an dieser hängen bleibt (Fig. 71 I, V). Die Befruchtung wird dadurch bewirkt, dass an der Berührungsstelle die Membran der Trichogyne gelöst wird und das Plasma derselben mit dem des Spermatozoides in Berührung tritt, während letzteres sich mit einer Membran umhüllt.

Fig. 71.



415. Das Carpogon ist in den einfachsten Fällen einzellig, wie bei den Coleochaeten (Nemalieen — Fig. 71 I). Nach der Befruchtung wird dann sein Bauch durch succedane Theilung mehrzellig und jede Zelle wölbt sich nach aussen und bildet durch Theilung und Verzweigung einen Haufen von Zweigen, deren Endzellen die Sporen sind (Fig. 71 II—IV). Der Sporenhaufen ist entweder nackt oder von einer lockeren Hülle umgeben, die aus den aus unter dem Carpogon liegenden Zellen hervorsprossenden Zweigen gebildet wird (Batrachospermum). In anderen Fällen ist das Carpogon schon vor der Befruchtung mehrzellig. Die Trichogyne sitzt dann auf einer seitlichen Zellenreihe (Trichophor — Fig. 71 V). Die nicht zum Trichophor gehörenden Zellen erzeugen nach der Befruchtung durch Sprossung Haufen

Fig. 71. I—IV. Nemalion multifidum, nach Thuret und Bornet: I. Zweig mit Carpogonium und Antheridien; II—IV. Verschiedene Stadien der Sporenentwickelung. — V. Lejolisia mediterranea, nach Bornet, mit Antheridium, Carpogon und reifer Frucht. — *a* Antheridien, *c* und *o* Carpogon, *t* dessen Trichogyne, *s* Spermatozoiden, *g* Frucht (halbirt), *e* Sporen.

von Sporen, oder letztere werden von einer centralen Zelle des Carpogoniums allein gebildet, während die peripherischen Zellen zu einer Fruchthülle (Cystocarp) auswachsen, die sich später am Scheitel öffnet (Fig. 71 V).

Fig. 72.

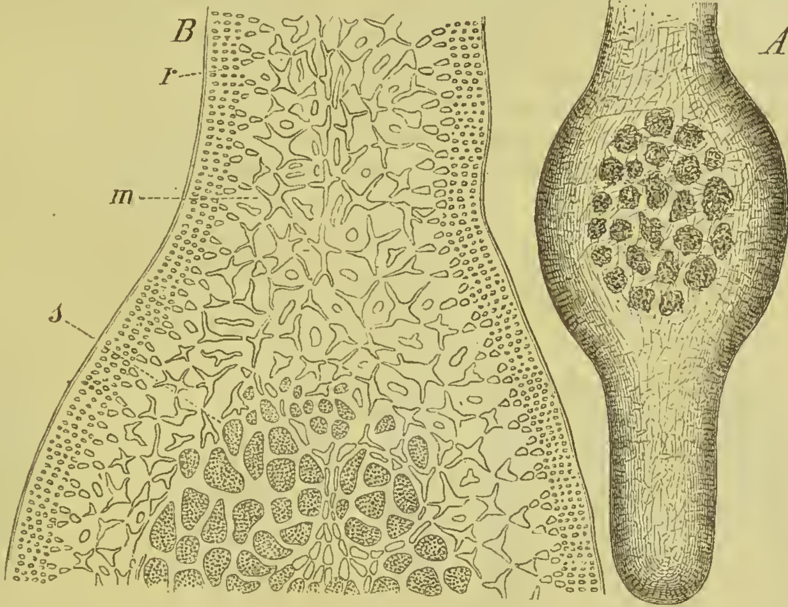


Fig. 73.



Fig. 73. Gigartina mamillosa J. Ag. Längsschnitt durch einen Lappen des Laubes mit Cystocarp, schwach vergr.

Fig. 70.



Fig. 70. Dumontia filiformis J. Ag. Querschnitt aus der Rindenschicht des Thallus mit Tetrasporen. *r* Rinde, *t* Tetrasporen, *m* Mark des Thallus. Vergr. 300. Nach Kützing.

Fig. 72. Chondrus crispus Lyngb. A Querschnitt durch einen fructificirenden Lappen des Thallus, schwach vergrössert. — B Stück eines solchen Querschnittes mit einem Theile des Cystocarpes; *r* Rinde, *m* Mark des Thallus, *s* Sporen im Cystocarp. Vergr. 270.

Das Cystocarp steht bald frei auf der Thallusfläche, bald ist es den nicht besonders umgestalteten (Fig. 69, 72), bald besonderen Thalluszweigen (Fig. 68, 73) eingesenkt.

Bei Dudresnaya wachsen aus den unter der befruchteten Trichogyne gelegenen Zellen lange Schläuche zu den entfernteren, die Cystocarpien erzeugenden Aesten, und verschmelzen mit diesen; ein Schlauch befruchtet oft mehrere der weiblichen Zweige nach einander.

416. Die wichtigsten Familien der Florideen sind:

I. Ohne Cystocarpien. Thallus fädig oder häutig-blattartig: Porphyraceae (Porphyra).

II. Cystocarpien ohne Hülle, nackte Keimhäufchen (Sporenhaufen) darstellend.
   A. Keimhäufchen im Inneren des röhrenförmigen Thallus den Wänden aufsitzend: Lemaneaceae (Lemanea).
   B. Keimhäufchen äusserlich.
      a. Keimhäufchen aus radiär geordneten Fäden bestehend, einen durch Gallerte zusammengehaltenen Knäuel bildend, dessen peripherische Zellen zu den Sporen werden. Tetrasporen fehlen: Nemalieae (Batrachospermum, Nemalion, Dudresnaya).
      b. Keimhäufchen aus seitlich an den Zweigen stehenden, von Gallerte zusammengehaltenen, ordnungslos zusammengeballten Sporen gebildet. Tetrasporen vorhanden: Ceramiaceae (Ceramium, Ptilota).

III. Mit echten Cystocarpien.
   A. In den Cystocarpien liegen die Sporen ordnungslos in von Gallerte umgebenen Ballen, die einen einfachen oder zusammengesetzten Kern bilden.
      a. Cystocarp mit einfachem, von einer einzigen Gallerthülle umgebenen Kern: Cryptonemeae (Furcellaria).
      b. Cystocarp mit mehreren Sporenkernen, jeder von besonderer Gallerthülle umgeben.
         1. Jeder Kern des Cystocarps geht unmittelbar aus einer einzigen Zelle durch Theilung derselben in eine geringe Anzahl von Sporen hervor: Gigartineae (Chondrus, Gigartina — Fig. 68, 69).
         2. Die sporenbildenden Fäden verzweigen sich wiederholt dichotom oder rispenartig und bilden in den Gliederzellen durch mehrmalige Theilung derselben die Sporen.
            * Thallus röhrenförmig, cylindrisch oder zusammengedrückt: Dumontieae (Dumontia).
            ** Thallus häutig-blattartig: Rhodymenieae (Rhodymenia, Plocamium).
   B. In den Cystocarpien stehen die Sporen als einzelne oder reihenförmig abgeschnürte Zellen an dem Ende büschelig gestellter Zweige.
      a. Thallus weich, nicht mit Kalk inkrustirt, nicht korallenartig.
         1. Cystocarpien eingesenkt, nur zum Theil vorragend, mit rundlichen Sporen.
            * Thallus flach blattartig dem Substrate aufsitzend, oder kugelig: Squamarieae (Hildenbrandtia).
            ** Thallus aufrecht, cylindrisch, blattartig oder häutig.
               0 Sporen einzeln auf den Enden der Fäden, letztere von den Wänden und Scheidewänden des ein- oder zweifächerigen Cystocarpes ausstrahlend: Gelidieae (Gelidium).
               00 Sporen in perlschnurartigen Ketten auf Fäden im Grunde des Cystocarpes stehend: Sphaerococcoideae (Sphaerococcus, Gracilaria, Delesseria).
         2. Cystocarpien äusserlich dem Thallus aufsitzend, mit birn- oder keulenförmigen Sporen: Rhodomeleae (Alsidium, Polysiphonia, Dasya).
      b. Thallus durch starke Kalkeinlagerungen steinartig hart, korallenähnlich, mit eingesenkten Cystocarpien: Corallineae (Corallina, Jania).

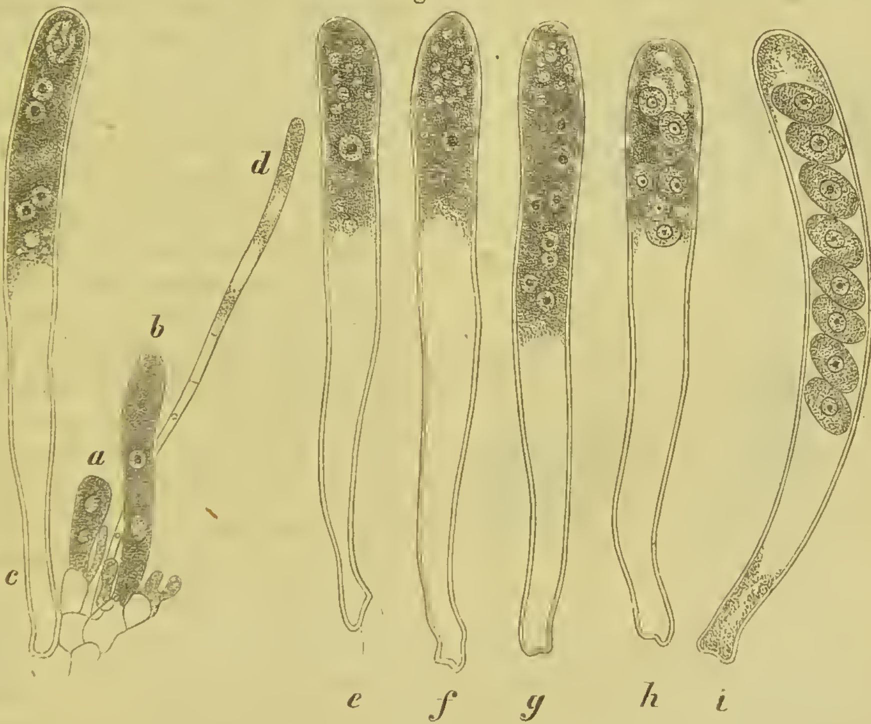
417. Viele Florideen werden von Küstenbewohnern als Salat oder Gemüse (Sphaerococcus palmatus) oder in Suppen gegessen, andere als Viehfutter benutzt. Officinell sind Chondrus crispus Lyngb. (Sphaerococcus Ag.) und Gigartina mamillosa J. Ag. (Sphaerococcus Ag.), beide Caraghen (irländisches Moos) liefernd, von den Küsten der Nordsee und des atlantischen Oceans, Gracilaria (Sphaerococcus) lichenoides Ag. (Fucus amylaceus, Ceylonmoos) aus dem indischen Ocean und Alsidium Helminthochorton Ktz. (Helminthochorton, corsikanisches Wurmmoos) aus dem Mittelmeere. Sie enthalten ausser Jod und Brom fast nur Bassorin.

II. Reihe. Chlorophyllfreie Formen.

17. Ordnung. Ascomycetes.

418. Die Ascomyceten oder Schlauchpilze entwickeln auf ihrem Mycelium geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane. Die letzteren sind entweder Conidien, welche gewöhnlich in Reihen auf senkrecht sich erhebenden Mycelästen abgeschnürt werden (etwa wie bei Cystopus — Fig. 77 *a*, 101 A) und die unmittelbar neues Mycelium erzeugen; oder es sind diesen gleichwerthige, aber im Inneren von Fruchtkörpern ähnlichen Gebilden (Pycniden) entstehende sogenannte Stylosporen (Makrostylosporen). Den Pycniden ähnlich sind die Spermogonien, deren Spermatien (Mikrostylosporen) jedoch keimungsunfähig sind (vergl. §§ 425, 433).

Fig. 74.



Das weibliche Organ, das Carpogonium (Ascogon), ist durch seine Gestalt und Grösse gewöhnlich von dem männlichen Organe, dem Polliuodium, verschieden, bald ein-, bald mehrzellig, in manchen Fällen (Peziza, Flechten) mit einem der Trichogyne der Florideen ähnlichen Fortsatze versehen. Das Pollinodium ist meistens ein einfacher Schlauch, der sich zum Zwecke der Befruchtung dem Carpogon entweder der ganzen Länge nach oder nur mit seiner Spitze anlegt, aber nur selten an der Berührungsstelle so mit ihm

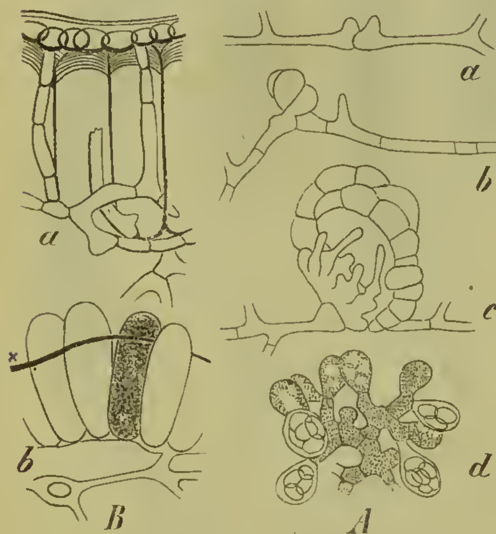
Fig. 74. Peziza confluens Pers. *a*—*c* drei Schläuche verschiedenen Alters, mit einer Paraphyse (*d*) von einem Stücke des subhymenialen Gewebes entspringend. *e*—*i* Erwachsene Sporenschläuche: *e*—g die Vermehrung der Zellkerne, *h* junge Sporen und *i* reife Sporen zeigend. Vergr. 390. Nach De Bary.

verschmilzt, dass offene Communication eintritt. Die Befruchtung erfolgt vielmehr gewöhnlich auf diosmotischem Wege. Die nach der Befruchtung erzeugten Sporenschläuche (asci) entspringen nur aus dem Carpogon. Jeder Schlauch erzeugt gewöhnlich acht, seltener mehr oder weniger Sporen (Ascosporen, Endosporen oder Schlauchsporen) durch freie Zellbildung (§ 61 Fig. 12 *d*, *e*; Fig. 74). Das die Sporenschläuche einhüllende Gewebe des Fruchtkörpers entsteht aus Zweigen, die aus dem Träger des Carpogons oder diesem benachbarten Aesten hervorsprossen.

1. Unterordnung. Gymnoasci.

419. Geschlechtsorgane kennt man in dieser Abtheilung bei dem auf Schafmist wachsenden Gymnoascus. Carpogon und Pollinodium sind einander in Grösse und Form gleich. Sie entspringen auf einem verästelten, durch Querwände gegliederten Mycelium in der Weise, dass an der Scheidewand zweier Zellen rechts und links zwei Papillen entstehen, die einander spiralig umwachsen (Fig. 75 A, *a*, *b*). Nach der Befruchtung wächst das Carpogon weiter, gliedert sich durch Querwände und aus seinen Zellen sprossen verzweigte Aeste hervor (Fig. 75 A, *c*), welche sich durch Querwände theilen und deren äusserste Enden zu den dick-keulenförmigen Schläuchen anschwellen, in denen durch freie Zellbildung acht Sporen entstehen (Fig. 75 A, *d*). Um die Schlauchbüschel herum bildet sich von benachbarten Mycelästen aus eine sehr lockere Hülle.

Fig. 75.



Exoascus Pruni Fckl. verursacht die unter dem Namen „Taschen, Hungerzwetschen“ etc. bekannte Missbildung der Pflaumen. Sein durch Querwände gegliedertes Mycel findet sich bereits vor der Erkrankung des Fruchtknotens in Blüthenstiel und Zweig. Im Fruchtknoten wuchert es zuerst nur in den Gefässbündeln, von diesen ins Parenchym und mit seinen letzten Verzweigungen endlich zwischen den Epidermiszellen bis in die Aussenwand derselben, wo es zwischen cuticularisirten Schichten und Cuticula eine einschichtige Lage bald dicht an einander schliessender Zellen erzeugt (Fig. 75 B, *a*). Diese strecken sich senkrecht zur Oberfläche zu den achtsporigen Schläuchen, welche die Cuticula (Fig. 75 B, *b* bei *) sprengen und emporheben und den zarten Flaum der nun bald abfallenden, steinlosen Tasche bilden, deren ganze Entwickelung oft in 14 Tagen vollendet ist. Die Sporen sprossen (oft schon innerhalb des Schlauches) hefeartig aus. Wie sie wieder die Ansteckung bewirken, ist unbekannt.

Fig. 75. A Gymnoascus Reessii (Vergr. ca. 600) nach Baranetzky. *a* erste Anlage der Geschlechtsorgane. *b* vollständig entwickelte Geschlechtsorgane. *c* Entwickelung des Sporenlagers. *d* Stück desselben mit einzelnen Schläuchen. — B Exoascus Pruni (Vergr. 400) nach De Bary. *a* zwei Epidermiszellen der erkrankten Pflaume mit Mycelium und Sporenlager. *b* junge Schläuche.

2. Unterordnung. Erysipheï.

420. (Fam. 24.) Erysipheï. Die Mehlthaupilze bewohnen die Oberfläche grüner Organe, vorzüglich der Blätter der Dicotyledonen. Ihr Mycelium welches in die Epidermis verschieden geformte Haustorien sendet, bedeckt diese mit einem weissen, spinnewebartigen Ueberzuge. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Conidien, welche auf senkrecht sich erhebenden Mycelästen reihenweise, wie bei Cystopus (§ 392), abgeschnürt werden. Die Geschlechtsorgane sind in Form und Grösse ungleich. Sie entspringen als kleine Seitenzweige von zwei verschiedenen Mycelästen an der Kreuzungsstelle derselben, das Carpogonium gewöhnlich vom unteren Aste. Dasselbe ist eiförmig und wird über der Basis durch eine Querwand abgegrenzt (Fig. 76 A, *c*). Das schlankere, auch durch Querwand von seinem Tragaste abgegrenzte Pollinodium schmiegt sich dem Carpogon fest an und legt sich mit seinem Ende über den Scheitel desselben; letzteres wird durch eine Querwand abgegliedert und ist der eigentliche befruchtende Theil (Fig. 76 A, *p*). In Folge der Befruchtung sprossen unter der Basalwand des Carpogons acht bis neun Hüllschläuche hervor, welche die Geschlechtsorgane umwachsen und, sich durch Querwände gliedernd, eine vielzellige Hülle, das Perithecium, bilden (Fig. 76 B, C: *h*). Anfänglich wächst das Perithecium rascher; der zwischen ihm und dem Carpogon sich bildende Zwischenraum wird von Aesten ausgefüllt, welche von der Innenfläche des Peritheciums entspringen und ein zelliges, später wieder verschwindendes, sogenanntes Füllgewebe bilden (Fig. 76 D, die zweite, mit Inhalt gezeichnete Zellenlage). Das vom Perithecium eingeschlossene Carpogon erzeugt entweder nur einen eiförmigen Schlauch, welcher als Ende des Carpogons vom unteren Theile desselben durch eine Querwand abgeschnitten wird. Oder das Carpogon wächst zu einem längeren, gekrümmten Faden aus, der sich durch Querwände gliedert und von dessen einzelnen Zellen Schläuche entspringen, so dass das Perithecium mehrere Schläuche enthält. Die Zahl der in einem Ascus gebildeten Sporen beträgt für die einzelnen Arten 2—8. Das reifende, kugelige Perithecium, dessen Wände sich verdicken und bräunen, entwickelt gewöhnlich aus seinen

Fig. 76.

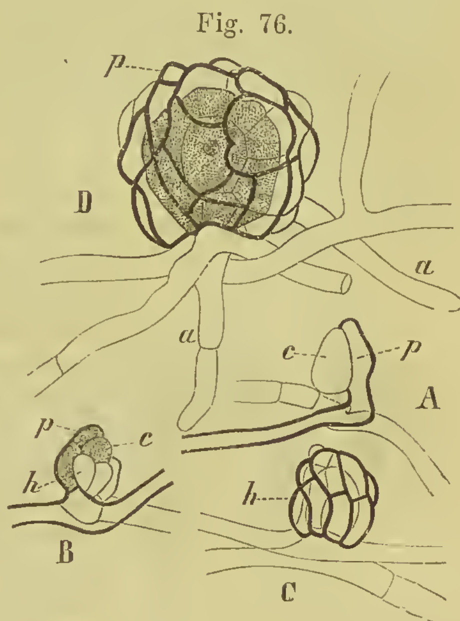


Fig. 76. Erysiphe Cichoracearum (Vergr. 390) nach De Bary. A Anlage der Geschlechtsorgane. B Anlage des Peritheciums. C Dasselbe schon geschlossen. D Halbreifes Perithecium, welches den Inhalt durchscheinen lässt. — *p* Pollinodium, *c* Carpogonium, *h* Hüllschläuche des Peritheciums, *a* Anhängsel desselben.

Zellen noch mycelartige Schläuche, die auf dem Substrate hinkriechen (Fig. 76 D, *a*), oder haarartige Bildungen sehr verschiedener Form (Appendiculae). Manche Arten reifen dasselbe erst auf den verwesenden Pflanzentheilen; geöffnet wird es durch unregelmässiges Zerreissen oder Verwesung.

421. Die eigentlichen Erysipheen sind zum Theil schädliche Parasiten verschiedener Culturpflanzen. Sie befallen entweder nur eine einzelne Art, oder kommen auf mehreren oder wohl auch auf den verschiedensten Familien vor. Die wichtigsten Formen sind:

Podosphaera. Perithecium mit einem achtsporigen Ascus. Appendiculae wiederholt und regelmässig zweitheilig. P. Kunzei auf den Blättern der Pflaume und Schlehe.

Sphaerotheca. Perithecien mit einem achtsporigen Schlauche. Appendiculae mycelartig. S. pannosa auf Rosen und Pfirsichen. S. Castagnei auf Compositen, Rhinanthaceen, Cucurbitaceen, Rosaceen, Hopfen etc.

Erysiphe. Perithecien mit mehreren 2—8 sporigen Schläuchen. Appendiculae sehr verschiedenartig geformt und dadurch die Untergattungen Phyllactinia, Uncinula, Calocladia, Trichocladia etc. bedingend. — E. Tuckeri, der Traubenpilz, bewohnt mit seiner allein bekannten Conidienform (dem früheren Oidium Tuckeri) den Weinstock und verursacht die berüchtigte Traubenkrankheit, zu deren Bekämpfung man das Bestreuen der befallenen Theile mit Schwefelblüthen mit Erfolg anwendet. E. communis auf Papilionaceen, Ranunculaceen, Convolvulaceen etc. E. lamprocarpa auf Compositen (Scorzonera hispanica), Boragineen u. s. w. E. Umbelliferarum auf Umbelliferen. E. Berberidis auf Berberitzen. E. Aceris auf Ahorn. E. guttata auf Cupuliferen, Pomaceen etc.

Im Mycelium vieler Erysipheen lebt ein parasitischer Pyrenomycet, Cicinnobolus Cesatii De Bary.

422. Die Gattung Eurotium bildet in ihrer Conidienform einen der gemeinsten Schimmel, der früher als Aspergillus beschrieben wurde. Die Conidienträger desselben besitzen auf ihrem kopfig angeschwollenen Ende zahlreiche Ausstülpungen, die fast wie Spielkegel aussehen und Sterigmen genannt werden (Fig. 77 *a*). Diese schnüren die Conidien reihenweise so ab, dass die unterste Conidie die jüngste ist (Fig. 77 *b*). Das weibliche Organ ist korkzieherartig gewunden (Fig. 77 *c*); seine Spiralwindungen schliessen zur Zeit der Befruchtung durch das Pollinodium dicht zusammen (Fig. 77 *d*). Letzteres ist ein aus der untersten Spiralwindung des Carpogons entspringender Schlauch, der am Carpogon emporwächst, mit seiner Spitze sich hakenförmig der obersten Windung desselben anlegt (Fig. 77 *d*) und die Befruchtung dadurch vermittelt, dass das Wandstück der Berührungsstelle beider Organe resorbirt wird. Aus dem unteren Theile des Carpogons entspringen dann Hüllschläuche, welche wie bei Erysiphe ein Perithecium und Füllgewebe bilden (Fig. 77 *d*—*f*). Innerhalb desselben lockert sich die Spirale des Carpogons

Fig. 77.

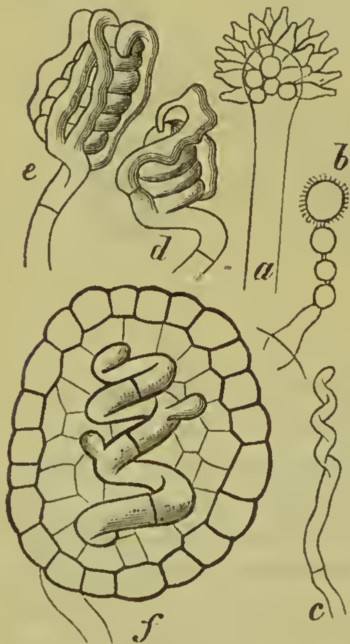


Fig. 77. Eurotium herbariorum. *a* Das Ende eines Conidienträgers mit Sterigmen. — *b* Sterigma mit Conidienkette. — *c* Junges Carpogon. — *d* und *e* Weitere Entwickelungsstadien desselben. — *f* Junge Frucht mit beginnender Schlauchbildung. Vergr. 300. Nach De Bary.

wieder. Dasselbe zerfällt durch Querwände in eine Anzahl Zellen, aus denen dann die kurzen, dicken, achtsporigen Schläuche hervorsprossen (Fig. 77 *f*), welche das sich lösende Füllgewebe verdrängen. Peritheciuni und Mycelium bedecken sich während dessen, erstere mit einem gelben, letzteres mit rothem Ueberzuge aus wahrscheinlich harz- oder fettartigen Stoffen. Die Schlauchmembranen werden bei der Reife der Sporen gelöst. Letztere haben linsenförmige Gestalt und liefern bei der Keimung wieder Conidien tragendes Mycelium.

Fig. 78.



Classe Carposporeae, Ordnung Ascomycetes

3. Unterordnung. Pyrenomycetes. (Chlorophyll frei)

423. Die Kernpilze bieten eine Reihe von Eigenthümlichkeiten in ihrer Entwickelung, die an derjenigen des Mutterkornes (Claviceps purpurea Tul.) erläutert werden sollen. Dieser Parasit tritt in der Blüthe der Gräser, namentlich des Roggens, als ein weisslicher Schimmel auf, dessen Mycel den jungen Fruchtknoten von unten auf zuerst streifig (Fig. 79 *a*), I

Fig. 78. Claviceps purpurea Tul. Fragment eines Längsschnittes aus Fig. 78 *c* an der Grenze des sich entwickelnden Mutterkornes (*m*) und der noch fortwährend Conidien (*c*) abschnürenden Sphacelia-Form (*s*) des Pilzes. Nach Tulasne. Sehr stark vergrössert.

Fig. 81.



Fig. 79.



Fig. 82.



Fig. 83.

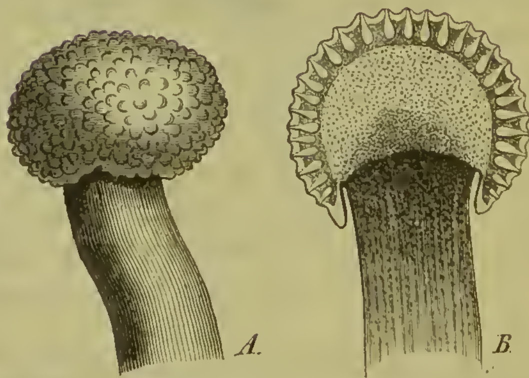


Fig. 81. Roggenähre mit 2 vollständig ausgebildeten Sclerotien des Mutterkornes (Claviceps purpurea). Natürl. Grösse.

Fig. 82. Clavicops purpurea Tul. Zwei Sclerotien mit Keulensphärien; a sehr jung, b völlig entwickelt. Natürl. Grösse. — Fig. 83. Clavicops purpurea. Reifes Köpfchen. B Ein solches im Längsschnitte. Beide Fig. schwach vergr. — Fig. 79 s. S. 209.

Fig. 84.



Fig. 85.



Fig. 80.



Fig. 86.



Fig. 79. Claviceps purpurea Tul. Sehr junger Fruchtknoten des Roggens mit der Conidienform (Sphacelia) des Pilzes. *b* Aelterer Fruchtknoten, dessen oberer Theil noch die Conidiengeneration trägt, während unten die Entwickelung des Mutterkornes (Sclerotium) begonnen hat. *c* Längsschnitt durch den oberen Theil eines Entwickelungsstadiums wie *b*. Nach Tulasne; alle Fig. vergr.

Fig. 80. Claviceps purpurea Tul. *a—d* Conidien in verschiedenen Stadien der Keimung. *e—g* Gekeimte Conidien, welche (bei *) Secundärconidien erzeugen. Nach Kühn; Vergr. 800.

Fig. 84. Claviceps purpurea Tul. Ein einzelnes Perithecium aus dem Längsschnitte des reifen Pilzes. *h* Die Hyphen des lockeren Markes. *a* Die Schläuche eines benachbarten zerschnittenen Peritheciums. Nach Tulasne; sehr stark vergr.

Fig. 85. Claviceps purpurea. *a* Drei Schläuche aus einem reifen Perithecium. *b* Schlauch, welcher die Sporen entlässt. *c* Zwei Sporen. Vergr. ca. 700.

Fig. 86. Claviceps purpurea. Schlauchsporen in verschiedenen Stadien der Keimung. Nach Kühn. Vergr. 600.

dann hautartig umspinnt und in diesen eindringt. Auf kurzen Aesten erzeugt dasselbe eiförmige Conidien (Fig. 78 *s*, *c*), welche zu einem Keimschlauche auswachsen, oder auf dem Ende eines kurzen Schlauches secundäre Conidien abschnüren, die ihrerseits erst keimen (Fig. 80). Diese früher als Sphacelia segetum beschriebene Conidienform sondert ein kleberiges, süssliches Secret, den sogenannten Honigthau ab, der manchmal in Tropfen zwischen den Blüthentheilen hervorquillt, von Insekten begierig aufgesucht wird und daher zur Verbreitung der in ihm liegenden Conidien beiträgt. Hat das die Conidien erzeugende Mycelium den Höhepunkt seiner Entwickelung erreicht, so bildet es, abermals von unten auf, zahlreiche sich dicht zu einem pseudoparenchymatischen Gewebe durcheinander schlingende Aeste, die einen allmählich emporwachsenden, gewöhnlich hornartig gekrümmten Körper, das sogenannte Mutterkorn, erzeugen (Fig. 81). Dieses ist ein Dauermycelium, ein Sclerotium, dessen äussere Zellenlagen ihre Wände violett bis violettschwarz färben, dessen Inhalt reichlich Fett enthält (Fig. 78, *m*), und das im Stande ist, zu überwintern. Im nächsten Frühjahre wachsen aus ihm die Fruchtkörper hervor, deren Anlage von inneren Hyphengruppen ausgeht und welche die Rinde des Sclerotiums durchbrechen (Fig. 82). Sie stellen gestielte Köpfchen dar, die aus zahlreichen durch einander geschobenen Pilzhyphen zusammengesetzt sind und unter ihrer höckerigen Oberfläche zahlreiche eingesenkte Perithecien entwickeln (Fig. 83). Diese sind flaschenförmige Behälter mit enger, halsartiger Mündung (Fig. 84). Ihre Wandung besteht aus einem dichteren, pseudoparenchymatischen Hyphengeflechte und in ihrem Grunde erzeugen sie aus zarten Hyphen (die das subhymeniale Gewebe bilden) ein Fruchtlager (Hymenium) von schlank-keulenförmigen Schläuchen, die je acht fadenförmige Sporen enthalten, welche durch einen in dem Scheitel des Schlauches entstehenden Riss frei werden (Fig. 85). Die Sporen keimen in der Weise, dass sie zuerst knotige Anschwellungen erhalten und aus diesen zarte Keimschläuche entwickeln (Fig. 86). Gelangen die Sporen in die Blüthen von Gräsern, so erzeugen sie hier wieder die Conidienform des Pilzes.

424. Bei anderen Kernpilzen werden die Conidien nicht allein auf dem Mycelium entwickelt, sondern die sie abschnürenden Hyphen entspringen oft sogar aus den Perithecienwandungen. Manche Pyrenomyceten erzeugen auch grössere und kleinere Conidien.

Die Perithecien sind von sehr verschiedener Form. Sie entspringen entweder einzeln und frei dem Mycelium und besitzen dann auch derbere, gewöhnlich braune oder schwarze Wände aus einem mehr oder minder stark entwickelten pseudoparenchymatischen Hyphengeflechte. Oder sie sind, wie beim Mutterkornpilze, zu vielen einem gemeinsamen Fruchtkörper (Fruchtträger, Stroma) von sehr verschiedener Form ganz oder theilweise eingesenkt; in diesem Falle sind ihre Wände gewöhnlich schwächer ausgebildet. In einzelnen Fällen ist die Entwickelung der Perithecien auf Geschlechtsorgane zurückgeführt, die denen der Erysiphen ähnlich sind (Sphaeria, Sordaria). Die Sporen sind in den Schläuchen gewöhnlich zu achten enthalten; sie sind meistens einzellig, oft aber auch, wie auch die Conidien, durch Scheidewände gefächert. Die Perithecien enthalten neben den Schläuchen

häufig noch Haare (Paraphysen), die auch (als sogenannte Periphysen) die enge, entweder von Anfang an vorhandene, oder sich erst später bildende Mündung auskleiden.

425. Neben den Perithecien treten bei zahlreichen Kernpilzen auf dem Mycelium noch den Perithecien ähnlich gebaute, aber keine Sporenschläuche enthaltende Fruchtkörper auf. Diese werden als Pycniden bezeichnet, wenn sie in ihrem Inneren auf dicht neben einander stehenden Sterigmen den Conidien ähnliche Zellen von oft zweierlei Grösse (Stylosporen, Makrostylosporen) abschnüren, welche keimungsfähig sind und neues Mycelium erzeugen. Spermogonien heissen sie, wenn die in ihnen in ähnlicher Weise abgeschnürten Fortpflanzungszellen (Spermatien, Mikrostylosporen) nicht keimfähig sind. Die Spermatien werden vielfach für männliche Organe gehalten und die an den Flechten gemachten Beobachtungen (§ 433) scheinen einer derartigen Annahme günstig. Immer bezeichnen die Perithecien mit ihren Schlauchsporen den Höhepunkt der Entwickelung; von den anderen Fortpflanzungsorganen kann eines oder das andere im Entwickelungsgange fehlen. Letztere wurden früher als besondere Gattungen beschrieben.

426. Die Pyrenomyceten kommen sowohl als Saprophyten, wie auch als Parasiten vor. Viele befallen mit ihrer Conidienform noch lebende Pflanzentheile als echte Parasiten, um ihre Perithecien erst zu entwickeln, wenn das Substrat bereits in Verwesung übergeht (z. B. Polystigma). Manche Kernpilze schmarotzen auch auf Insekten (Cordiceps). Einige wichtige Formen sind folgende:

A. Coprophileae. Auf Mist lebende Pilze, deren Perithecien unmittelbar auf oder im Substrate, bisweilen auf einem Stroma sitzen und deren meist dunkel gefärbte Sporen von einer farblosen Gallertzone umgeben oder mit schwanzförmigen Anhängseln versehen sind: Sordaria.

B. Simplices. Auf Pflanzentheilen, selten auf Thieren, nie auf Mist lebende Pilze, deren Perithecien jedes unmittelbar auf oder im Substrate, nie auf einem Stroma sitzen.

Sphaerella: sehr kleine, mit unbewaffnetem Auge kaum sichtbare, kugelige Perithecien unter der Epidermis frischer oder verwesender Blätter. S. Mori auf Maulbeerbäumen schädlich (die Spermogonien als Septoria Mori). S. maculaeformis auf Eichen. — Sphaeria: In Blättern und Rinden. S. pustula auf Eichenblättern. S. Fragariae verursacht die Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter. — Gnomonia, Ceratostoma, Calosphaeria, Rhaphidospora etc. mit schnabelartiger Mündung des Peritheciums: G. fimbriata auf Blättern von Carpinus, G. tubaeformis auf Erlenblättern, Cerat. rostrata auf faulem Holze, Cal. princeps mit sehr grossen Perithecien auf Stämmen von Pflaumen und Kirschen, R. rubella auf faulenden, krautigen Stengeln. — Pleospora herbarum ist einer der gemeinsten Pyrenomyceten, dessen Conidienform (Cladosporium herbarum) krautige Organe als olivengrüner Schimmel überzieht. — Fumago: schwarze, russartige Ueberzüge auf Blättern bildend. — Dilophospora: Sporen an beiden Enden mit einem federartigen Anhängsel; auf Gräsern.

C. Compositi. Viele Perithecien einem gemeinsamen Stroma eingesenkt. Sonst wie B.

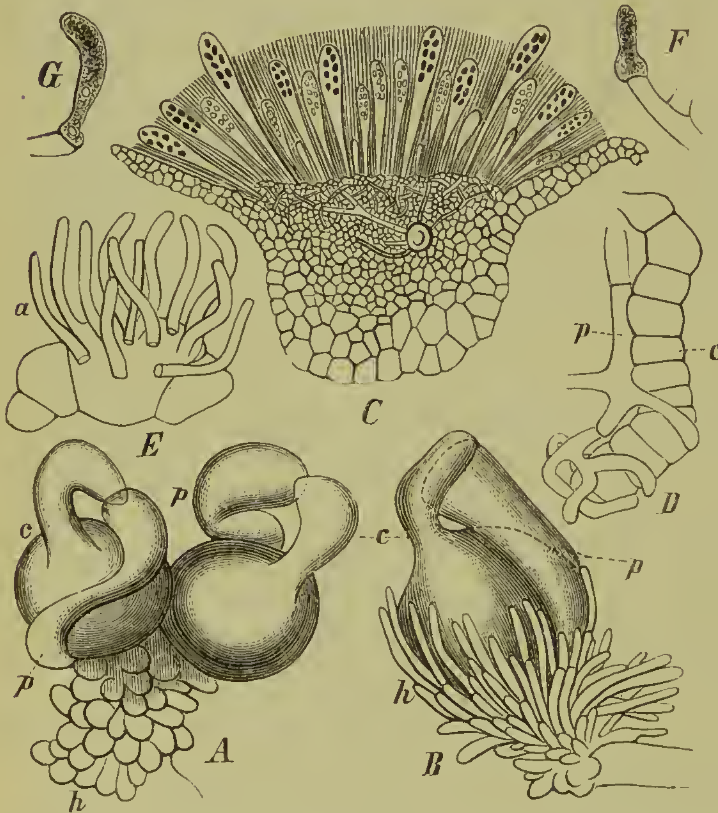
Xylaria: Fruchtkörper keulig, einfach oder verzweigt; X. polymorpha an Baumstümpfen. — Claviceps: siehe § 423. C. purpurea in Grasblüthen. Das giftige Mutterkorn officinell (Secale cornutum — Bestandtheile: fettes Oel, Ecbolin, Ergotin, Ergotsäure). — Cordiceps: Mycelium in lebenden Insektenlarven; Conidienform früher als Isaria beschrieben; Fruchtkörper wie bei Claviceps oder keulenförmig, aus der todten Larve oder der Puppe hervorbrechend; C. militaris, cinerea etc. auf Raupen. Botrytis Bassiana ist die Conidienform eines mit C. militaris verwandten Pilzes, der die als Muscardine bekannte Krankheit der Seidenraupe erzeugt. — Ustulina bildet spröde, schwarze Krusten mit kleinen Warzen. U. vulgaris an Baumstümpfen. — Epichloë: weissliche bis ockergelbe Flecken auf den Blattscheiden von Gräsern. E. graminis. — Polystigma: das die Spermogonien entwickelnde Mycel von P. rubrum veranlasst auf lebenden Kirschen- und Pflaumenblättern die sogenannten Fleischflecken (Lohe); die Perithecien reifen im Laufe des Winters in den abgefallenen Blättern. — Hypo-

xylon coccineum bildet erbsengrosse, rothbraune Pusteln an Stämmen der Buche. — Valsa: Warzen auf abgestorbenen Zweigen bildend, denen die Perithecien eingesenkt sind; V. nivea weiss, mit schwarzen Perithecien. — Nectria cinnabarina bildet auf Rinden warzige, rothgefärbte Lager; Tubercularia vulgaris ist die an alten Zweigen in Form rother Knöpfchen erscheinende Conidienform.

4. Unterordnung. Discomycetes.

427. Die Scheibenpilze unterscheiden sich von den Kernpilzen nur dadurch, dass ihr Hymenium auf der Oberfläche becher-, schüssel-, scheiben- oder napfförmiger Fruchtkörper ausgebreitet ist. Sonst sind sie ihnen in der Art der Entwickelung der Schläuche und Sporen, in dem Vorkommen von Conidienformen, Sclerotien und Spermogonien, manchmal auch von Pycniden, gleich und bei manchen kennt man Fruchtkörper mit zweierlei, in der Grösse verschiedenen Ascosporen. — So entwickelt Peziza Fuckeliana ihre früher als Botrytis cinerea beschriebenen Conidienträger; sie überwintert als Sclerotium wie Claviceps, und erzeugt dann aus diesem die Ascosporen bildenden Fruchtkörper, Conidien dagegen, wenn die Sclerotien unmittelbar (ohne Ruheperiode) zur Weiterentwickelung getrieben werden.

Fig. 87.



Geschlechtsorgane sind bei Arten von Peziza und Ascobolus bekannt. Bei Ascobolus ist das weibliche Organ ein eigenthümlich umgestalteter, raupenartiger Mycelast (Scolecit — Fig. 87 D, *c*), welcher von dem schlanken, verzweigten, einem anderen Mycelaste entspringenden Pollinodium (Fig. 87 D, *p*) in seinem vorderen Theile umsponnen wird. Eine der mittleren Zellen des Carpogons schwillt in Folge der Befruchtung an und

Fig. 87. A und B Geschlechtsorgane von Peziza confluens (Vergr. 380) nach Tulasne. — C—G Ascobolus furfuraceus nach Janczewski. C Reifer Fruchtkörper im Längsschnitte (Vergr. 70). D Geschlechtsorgane. E Erstes Entwickelungsstadium der ascogenen Hyphen. F und G Junge Schläuche. Vergr. von D, F, G = 490, E = 330. *c* Carpogon, *p* Pollinodium, *a* ascogene Hyphen, *h* sterile Hüllschläuche.

während die Geschlechtsorgane von unter ihnen entspringenden, sich in einander schlingenden Myceliumästen mit einer den Fruchtkörper bildenden Hülle umgeben werden, die bald pseudoparenchymatische Structur erhält, wachsen von der betreffenden Zelle aus sich wiederholt verzweigende (ascogene) Hyphen empor (Fig. 87 E), welche an ihren letzten Verzweigungen die Schläuche bilden, indem eine keulige Anschwellung derselben durch eine Scheidewand abgegrenzt wird (Fig. 87 F und G; Fig. 12 *d* und *e*, S. 29; Fig. 74). Zwischen den Schläuchen entwickeln sich als die Endigungen anderer Hyphen zahlreiche Paraphysen. Der anfänglich kugelige und geschlossene Fruchtkörper öffnet sich dann an seinem Scheitel und erhält so Becherform (Fig. 87 C).

Bei Peziza stehen Carpogonien und Pollinodien paarweise in Rosetten beisammen. Erstere sind birnen- bis kugelförmige Zellen, welche auf ihrem Scheitel häufig einen Copulationsfortsatz entwickeln (Fig. 87 A und B, *c*). Die Pollinodien sind schlankere Aeste (Fig. 87 A, B: *p*), die sich mit ihrer Spitze dem Copulationsfortsatze anlegen oder von diesem hakenförmig umwachsen werden. Nach der Befruchtung sprossen unterhalb der Geschlechtsorgane zahlreiche Schläuche hervor (Fig. 87 A, B: *h*), welche die Fruchthülle bilden, während die ascogenen Hyphen dem Carpogon entspringen.

428. Die wichtigsten Familien der Scheibenpilze mit einigen wichtigeren Formen sind:

I. Fruchtkörper auf das Hymenium (Scheibe — discus) reducirt, dem Substrate eingewachsen. Auf faulenden Pflanzentheilen: **Stictideae** (Stictis).

II. Fruchtkörper kork-, leder- oder hornartig, dauerhaft, meist dunkel gefärbt, das Hymenium in der Regel heller, als der übrige Theil.

A. Fruchtkörper hornartig, rundlich und mit Klappen oder Deckel aufspringend, oder länglich und sich mit einer Längsritze öffnend. Auf lebenden und faulenden Pflanzentheilen: **Phacidiaceae**. — Phacidium Medicaginis auf Blättern von Klee und Luzerne. — Lophodermium Pinastri (Hysterium Pinastri) verursacht die Schüttekrankheit der Kiefer. — Hypoderma macrosporum ist der Erzeuger der Nadelschütte (Nadelbräune, Nadelröthe) der Fichte. H. nervisequium verursacht die Nadelbräune oder Nadelschütte der Weisstanne. — Rhytisma acerinum: die Spermogonien im Sommer in Gestalt hirnartig gerunzelter, schwarzer Flocken auf lebenden Ahornblättern gemein, die Perithecien im Frühlinge auf verwesenden Blättern.

B. Fruchtkörper meist kork- oder lederartig, in der Regel von kreisförmigem Umrisse, kopf-, scheiben- oder napfförmig. Auf faulenden Pflanzentheilen: **Patellariaceae**. — Cenangium Ribis, schwärzliche Becherchen auf faulenden Zweigen von Ribes.

III. Fruchtkörper in der Regel wachsartig oder gallertartig weich und leicht vergänglich, sein Hymenium meistens dunkler gefärbt, als der übrige Theil.

A. Asci bei der Reife über die Paraphysen vortretend (Fig. 87 C). Fruchtkörper gallertartig oder fast gallertartig weich, hut-, becher- oder warzenförmig: **Bulgariaceae**. — Ascobolus furfuraceus auf Kuhmist. — Calloria fusarioides bildet rothe Scheiben auf faulenden Stengeln von Urtica dioica. — Bulgaria inquinans: kreiselförmige, braune, bis 4 Cmtr. im Durchmesser haltende Fruchtkörper auf gefällten Buchen- und Eichenstämmen.

B. Asci nicht über die Paraphysen vortretend. Fruchtkörper wachsartig oder fleischig.

1. Fruchtkörper becher-, napf- oder tagerförmig, das Hymenium auf der vertieften Oberfläche tragend: **Pezizeae**. — Peziza: auf Erde oder faulenden Pflanzentheilen, seltener echte Parasiten. P. aurantiaca, grosse, orangerothe Scheiben auf lehmiger Erde. P. hemisphaerica, braun, auf Erde. P. granulata, orangefarben, auf Kuhmist. P. ciborioides (Kleekrebs) schmarotzt mit ihrem Mycelium im Klee, tödtet diesen und entwickelt dann vom November bis April in und auf den faulenden Pflanzen in sehr grosser Menge die schwarzen Sclerotien, aus denen im Juli oder August die lang gestielten, braunen Fruchtbecher hervor-

brochen, deren Sporen aufs Neue Ansteckung des Klee's bewirken. P. sclerotiorum schmarotzt im Raps und entwickelt ihre Sclerotien in den Rapsstoppeln. P. Willkommii verursacht den Lärchenrindenkrebs.

2. Fruchtkörper gestielt, der das Hymenium tragende Theil hut-, kegel- oder keulenförmig, oder ausgebreitet und zurückgeschlagen. Meist grosse, an die Hutpilze erinnernde Formen: **Helvellaceae.** — Morchella (Morchel): Stiel hohl; Hut kegelförmig, auf der schlauchtragenden Oberfläche netzig-runzelig. Essbar. — Helvella (Lorchel): Hut unregelmässig wollig-gelappt und gefaltet. H. esculenta u. a. Arten sind essbar; H. suspecta ist giftig. — Verpa: Hut glockenförmig, glatt. — Spathulea: Fruchtkörper eine flache, spatelförmige Keule. — Geoglossum: Fruchtkörper eine elliptische Keule.

5. Unterordnung. Lichenes.

429. Die Flechten, früher als selbständige, den Pilzen und Algen gleichwerthige Gruppe betrachtet, sind Schlauchpilze, welche auf Algen schmarotzen und deren Mycelium die Algenzellen oder Gruppen derselben so umspinnt und mit ihnen verschmilzt, dass letztere als Theile des Flechten-

Fig. 89.

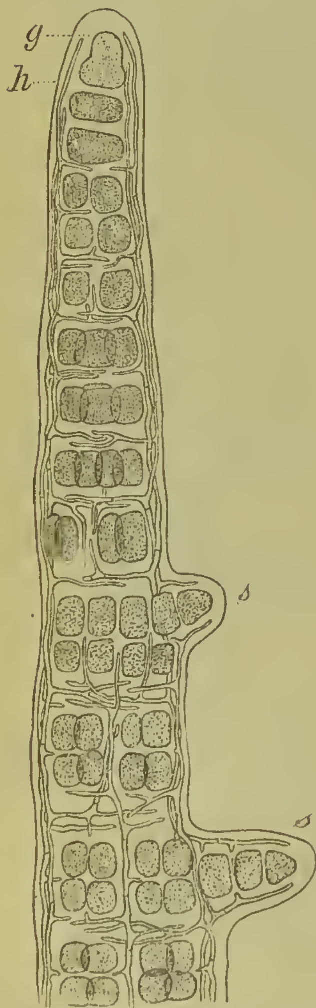


Fig. 88.



Fig. 88. Keimende Spore (*sp*) von Lecanora subfusca in einer Colonie von Cystococcus humicola (*g*), nach Treub. Vergr. 700.

Fig. 89. Ephebe pubescens Fr. Spitze eines Thalluszweiges mit zwei jungen Seitenästen (*s*). *g* Gonidien, *h* Hyphen. Vergr. 500.

thallus erscheinen, die man Gonidien nennt. Als solche Gonidien treten nur niedere Algen, namentlich einzellige, auf. Es sind vorzüglich:

A. Algen mit reinem Chlorophyll.

1. Palmellaceen (namentlich Cystococcus humicola und Pleurococcus vulgaris) bei den meisten Laub-, Strauch- und Krustenflechten.
2. Chroolepideen — Graphideen, Verrucarieen, Roccella.
3. Confervaceen — Coenogonium, Cystocoleus.

B. Cyanophyceen.

4. Chroococcaceen (besonders Gloeocapsa) — meistens in Gallertflechten (Omphalaria, Enchylium, Synalissa, Phylliscium, Psorotichia etc.).
5. Nostocaceen — meistens in Gallertflechten (Collema, Leptogium, Obryzum, Mallotium etc. — Peltigera, Pannaria).
6. Scytonemaceen — Porocyphus, Heppia.
7. Rivularieen (Rivularia) — Lichina.
8. Sirosiphoneen — Ephebe, Spilonema, Polychidium.

430. Im Flechtenthallus sind daher die Elemente des Pilzes von denen der Alge (Gonidie) zu unterscheiden. Wo der Bau des Thallus ein sehr einfacher ist, wie bei Coenogonium, da umspinnen die Pilzhyphen die Alge, hier eine Cladophora, einfach in der Weise, dass sie auf der Oberfläche derselben eine mehr oder minder zusammenfliessende Hyphenschicht bilden, die meistens nur eine Lage stark ist und nur stellenweise, namentlich an den Orten der Fruchtbildung, zu grösseren Massen anschwillt. Bei Ephebe wächst der Pilz in der Gallertmembran des die Gonidien bildenden Sirosiphon in den jüngeren Theilen zuerst oberflächlich fort; später treten aber auch Hyphen zwischen die Zellen in's Innere der verzweigten Alge ein und umwuchern die Zellen derselben von allen Seiten (Fig. 89). In beiden Fällen sind aber die Gonidien im Verhältniss zu den Pilzhyphen diesen an

Fig. 90.

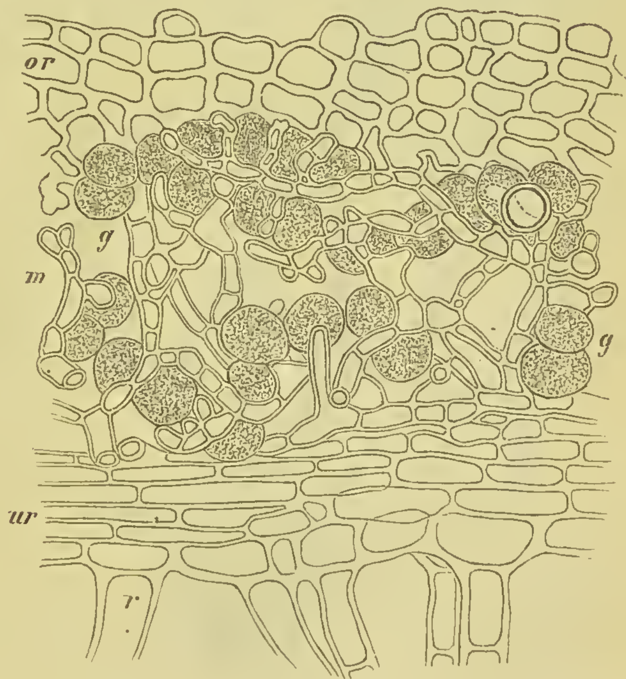


Fig. 90. Querschnitt durch den Thallus von Coccocarpia molybdea Pers. (Vergr. 650), nach Bornet. *or* obere und *ur* untere Rindenschicht, *m* Markgewebe, *g* Gonidien, *r* Rhizinen.

Masse gleich oder fast gleich; auch treten sie durch den ganzen Thallus ziemlich gleichmässig vertheilt auf. Dasselbe ist bei Gallertflechten wie Collema (Fig. 100 *g*) und anderen Gattungen der Fall, bei denen auch Hyphen und Gonidien gleichmässig durch den Thallus zerstreut liegen. Man bezeichnet derartige Flechten als homöomere Flechten.

431. Bei anderen Flechten, namentlich den Laub-, Strauch- und Krustenflechten, ist dagegen die Lage der Gonidien auf eine meist bestimmte Zone des Thallus beschränkt und das Hyphengeflecht des Pilzes zugleich in der Regel der Masse nach vorwiegend: heteromere Flechten. Auf senkrechten Durchschnitten durch den Thallus unterscheidet man dann bei Laubflechten gewöhnlich eine stark entwickelte obere Rinde, aus dicht durcheinander geschlungenen Hyphen gebildet, die ein pseudoparenchymatisches Gewebe darstellen (Fig. 90 *or*). Eine ähnliche untere Rindenschicht ist auf der dem Substrate zugewendeten Seite des Thallus vorhanden (Fig. 90 *ur*; Fig. 97 *r* und *r'*) und von dieser entspringen mehr oder minder zahlreiche Haftfasern oder Rhizinen: einzelne Hyphen oder Hyphenbündel, welche die Flechte an ihrer Unterlage befestigen (Fig. 90 *r*). Zwischen beiden Thallusschichten ist eine mittlere Schicht als ein meist sehr lockeres, viel Luft führendes Hyphengeflecht vorhanden, das man als Markschicht zu bezeichnen pflegt (Fig. 90 und 97, *m*); dieser Schicht sind dann

Fig. 91.

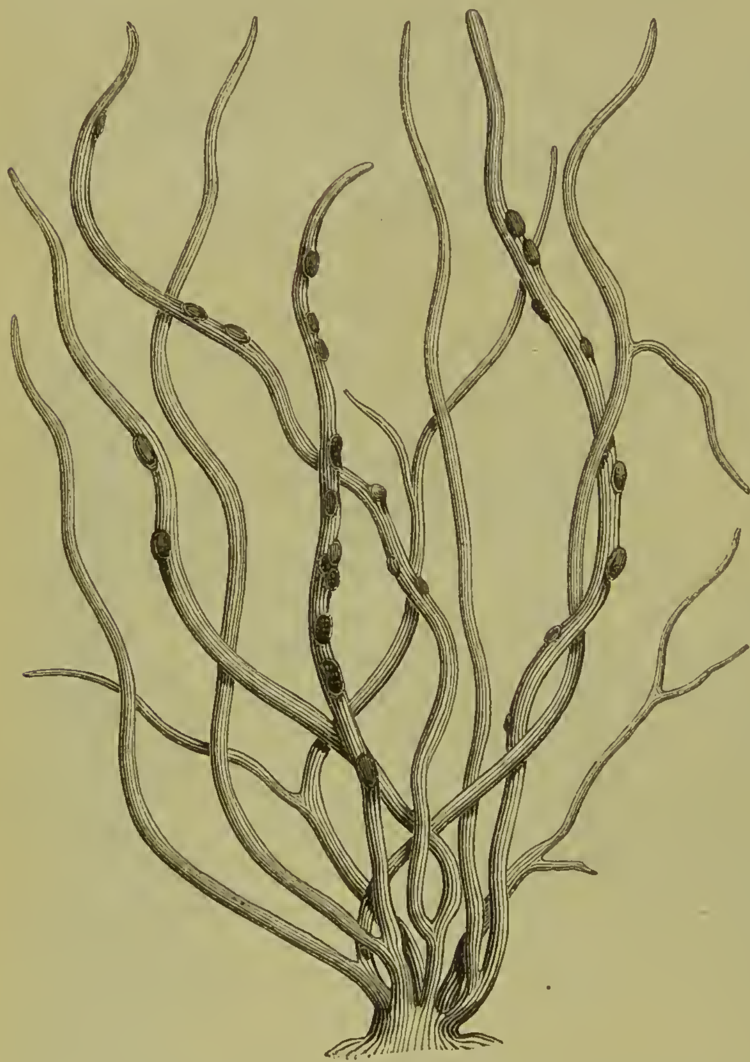


Fig. 91. Roccella tinctoria Ach. Kleinere Pflanze in natürlicher Grösse.

in der Regel die Gonidien eingebettet, bald gleichmässig durch dieselbe zerstreut (Fig. 90 und 97, *g*), bald in einer gewöhnlich der oberen Rinde genäherten Schicht. Dabei ist der laubartig ausgebreitete Thallus der Unterlage nur an wenigen Stellen angeheftet, so dass er sich ohne zu zerreissen loslösen lässt. Die Krustenflechten zeigen zum Theil einen ähnlichen Bau, nur fehlt ihnen meistens die untere Rindenschicht. Ferner sind sie mit der ganzen Unterfläche dem Substrate so angewachsen, dass der Thallus beim Ablösen in zahlreiche Stücke zerbricht. Bei den aufrecht wachsenden oder hängenden, nur mit kleiner Fläche der Unterlage aufsitzenden Strauchflechten, deren Aeste mehr oder minder cylindrisch sind, sind auch Rinde, lockere Hyphenschicht und Gonidienzone jede als Cylindermantel vorhanden (z. B. bei Usnea, Roccella — Fig. 91 — u. a.); das Centrum des Thallus wird dann oft wieder durch ein Pseudoparenchym von Hyphen gebildet (Usnea), oder der Thallus ist hohl.

432. In einem derartigen Thallus tritt auch das Verhältniss der Hyphen zu den Gonidien wieder deutlich hervor. Letztere liegen entweder in einer gleichmässigen Schicht oder nesterweise. Die Hyphen des Pilzes umspinnen nicht allein die Oberfläche der Gonidiengruppen und verschmelzen hier mit einzelnen Algenzellen; sie dringen auch in's Innere der Gonidiennester ein, oder wachsen bei gewissen Gonidien (Gloeocapsa) in die Gallerthüllen der einzelnen Zellen. Werden dann Gonidiengruppen aus dem Thallus isolirt, so bekommt man gleichzeitig Reste anhaftender Hyphen oder Gruppen von Gonidien und Hyphen, wie die in Fig. 92 B—D dargestellten. Cultivirt man derartige aus dem Thallus befreite Gonidien im Wasser, so geht alles, was Pilz ist, zu Grunde, die Alge aber führt unter geeigneten Vegetationsbedingungen ein selbständiges Leben weiter und bildet z. B. Schwärmzellen, wie die in der bezeichneten Weise cultivirten Gonidien von Physcia, Cladonia u. A. beweisen. Im Flechtenthallus vermehren sich die Gonidien nur durch Theilung. Bei manchen Flechten schreiten dabei die Gonidien den umspinnenden Pilzhyphen voran (Ephebe); bei den meisten jedoch sind am Rande des Thallus oder an der Spitze der Aeste die Hyphen im Wachsthum vorauf

Fig. 92.

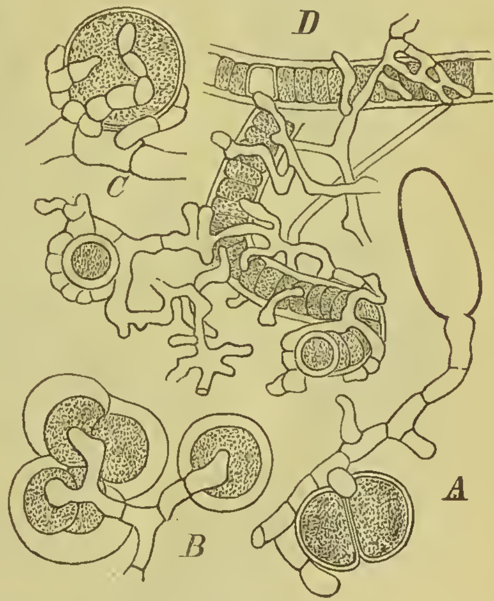


Fig. 92. Flechtengonidien. A Keimende Spore von Physcia parietina auf Protococcus viridis (Vergr. 950). — B Synalissa symphorea mit Gloeocapsa (Vergr. 950). — C Cladonia furcata mit Protococcus (Vergr. 950). — D Stereocaulon ramulosum mit Scytonema (Vergr. 650). Nach Bornet.

und die rückwärts liegenden Gonidien rücken unter fortwährender Theilung ihrer Zellen mit dem weiteren Wachsthume der Hyphen vor.

Häufig werden bei sehr rascher Vermehrung der Gonidien ganze von Hyphen umsponnene Gruppen derselben aus der in Folge des von Innen her wirkenden Druckes berstenden Rinde ausgestossen. Derartige Thallusstücke

Fig. 93.



Fig. 94.



werden als Soredien bezeichnet. Sie entwickeln sich unter günstigen Bedingungen ausserhalb des Mutterthallus zu einem jungen Thallus und viele

---

Fig. 93. Usnea barbata Fr. Entwickelung der Soredien. *a* Eine Gruppe von acht Gonidien, welcher seitlich ein Hyphenstück anliegt, von welchem ein Seitenzweig zwischen die Gonidien hineinwächst. *b* Eine ähnliche Gruppe, in welcher die eingedrungene Hyphe sich bereits reich verzweigt hat. *c* Ein ausgebildetes Soredium mit einer Gonidie im optischen Durchschnitte. *d* Ein Soredium, in welchem bereits wieder Theilung der Gonidie stattgefunden hat. *e* Keimendes Soredium, welches eben den aus bogig zusammenneigenden Hyphen bestehenden Scheitel des künftigen Thallus bildete. *f* Keimendes Soredium etwas weiter entwickelt; die in *c* noch einzelne Gonidie hat sich getheilt und ihre Tochterzellen rücken in den fortwachsenden Thallusscheitel vor. Nach Schwendener. Vergr. 500—700.

Fig. 94. Cetraria islandica Ach. Pflanze in natürlicher Grösse.

Flechten vermehren sich vorwiegend durch solche Soredien (Fig. 93 und deren Erklärung). Bei Usnea wachsen die Soredien bereits zum Thallus aus,

Fig. 95.

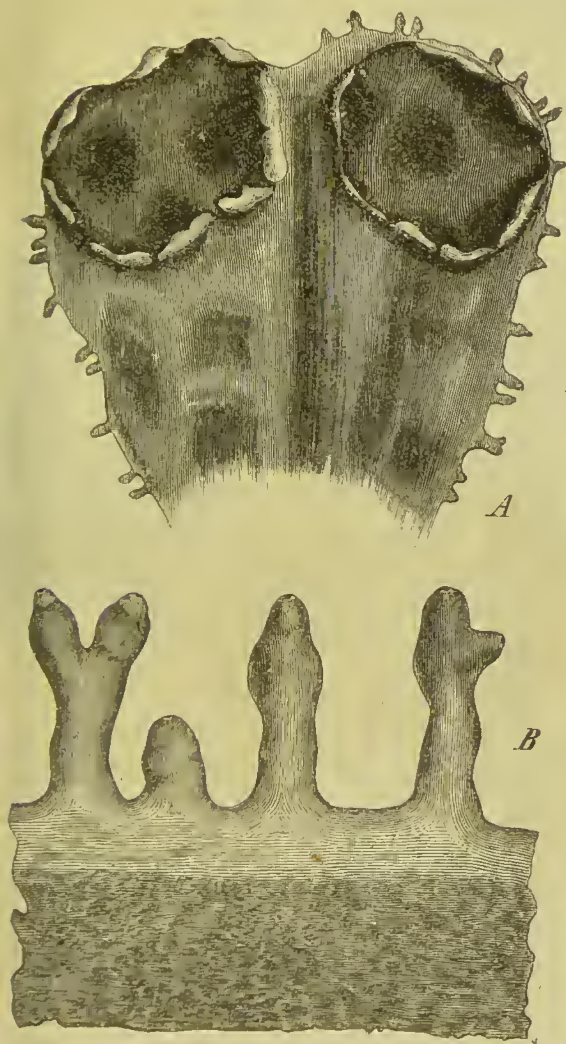
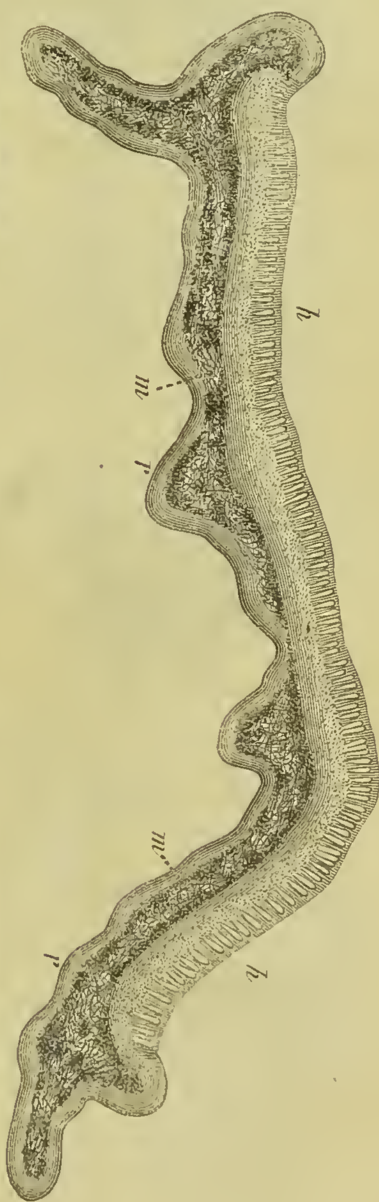


Fig. 95. Cetraria islandica Ach. A Ein Lappen des Thallus mit zwei Apothecien und am Rande mit zahlreichen je ein Spermogonium bergenden Wimpern; vergr. B Ein Stück vom Rande des Thallus mit einigen Spermogonien enthaltenden Wimpern; noch stärker vergrössert.

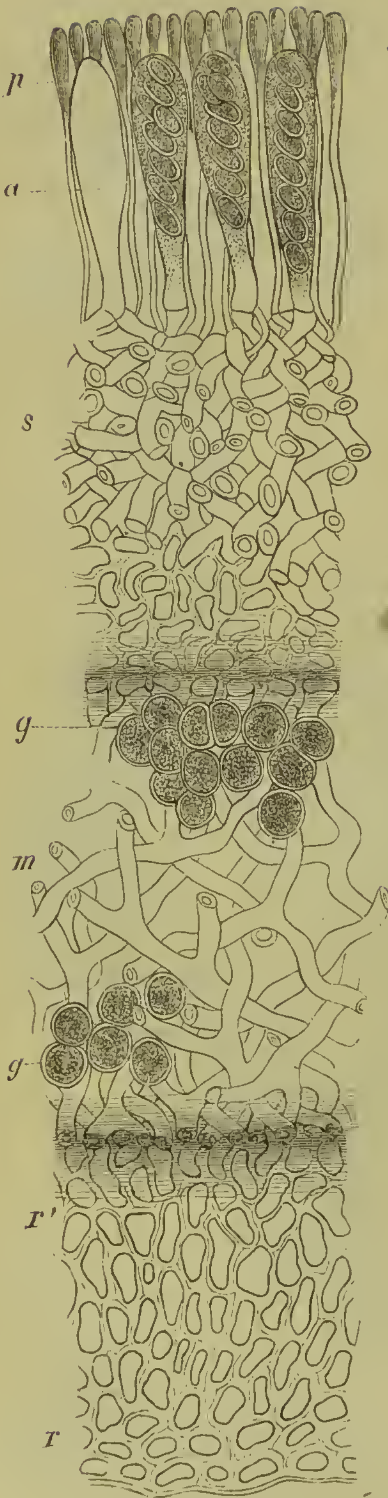
Fig. 96.



wenn sie noch im Rindenspalte des Mutterthallus stecken. Sie bilden dann zahlreiche feine sogenannte Soredialäste.

Fig. 96. Cetraria islandica. Senkrechter Durchschnitt aus dem Zipfel eines Thalluslappens mit Apothecium. *r* Rindenschicht des Thallus. *m* Markschicht mit den (in der Zeichnung dunkel punktirten) Gonidiengruppen. *h* Hymenium des Apotheciums. Vergr. 30.

Fig. 97.



433. Die Fruchtbildung der Flechtenpilze entspricht genau derjenigen der übrigen Ascomyceten: die als Apothecien (z. B. bei Physcia parietina, Cetraria islandica — Fig. 94 bis 97 — und anderen gymnocarpen Flechten) bezeichneten Schlauchbehälter sind den Fruchtkörpern der Discomyceten, die Perithecien (von Verrucaria und anderen angiocarpen Flechten) genannten denen der Pyrenomyceten vollständig gleich. Neben den Fruchtkörpern finden sich auf dem Flechtenthallus noch Spermogonien, welche zahlreiche Spermatien erzeugen (Fig. 95, 98 — vgl. § 425), die kürzlich von Stahl als die bereits früher dafür gehaltenen männlichen Organe erkannt worden sind. Die Anlage des Fruchtkörpers findet im Inneren des Thallus statt. Bei den Collemaceen, bei welchen sie am leichtesten zu untersuchen ist, tritt sie zuerst als eine ziemlich starke, gleichmässig dicke Hyphe (Carpogon — Fig. 99 B) auf, deren unterster, durchschnittlich 12 Zellen zeigender Theil $2^1/_2$—3 Spiralwindungen beschreibt und als Ascogon bezeichnet wird, während das senkrecht emporsteigende und mit der cylindrischen oder flaschenförmigen Endzelle stets über die Thallusoberfläche vorragende Ende die Trichogyne ist (Fig. 99 A *a*). Spermatien, welche bei regnerischem Wetter aus den Spermogonien austreten, bleiben an der kleberigen Oberfläche der Trichogyne-Endzelle leicht hängen und copuliren mit ihr unter Lösung des trennenden Membranstückes (Fig. 99 C, D). Von den benachbarten Thallushyphen aus wird nun das Ascogon von einem Hyphenknäuel umsponnen, von dem aus auch Hyphen zwischen die sich lockernden Spiralwindungen treten. Das Ascogon selbst vergrössert seine Zellen und theilt dieselben durch Querwände, bleibt aber

Fig. 97. Cetraria islandica. Stückchen aus der Mitte der Fig. 96 in ca. 600facher Vergr. *a* Schläuche und *p* Paraphysen, beide das Hymenium bildend. *s* Subhymeniale Schicht. *m* Mark. *g* Gonidien. *r'* Innere farblose und *r* äussere braune Rinde des Thallus.

Fig. 98.

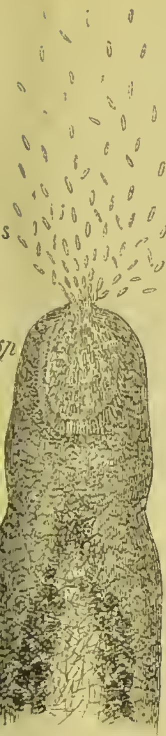


Fig. 99.



Fig. 99. Querschnitt aus dem Thallus von Collema microphyllum: *a* die über die Thallusoberfläche vorragende (in dem gezeichneten Falle verzweigte) Endzelle der Trichogyne; *g* Gonidien; *h* Hyphen (Vergr. 350). — B Junges Carpogon von Collema pulposum (Vergr. 750). — C Trichogynspitze von Collema microphyllum mit Spermatien (Vergr. 750). — D Trichogonspitze derselben Art mit einem Spermatium, welches bereits mit derselben copulirt hat (Vergr. 750). Nach Stahl. Die horizontalen Striche in C und D deuten die Thallusoberfläche an.

Fig. 100.



Fig. 98. Cetraria islandica. Querschnitt durch den Rand des Thallus mit einem Spermogonium *(sp)* im Längsschnitte. *s* Spermatien. Sehr stark vergrössert und etwas schematisirt.

Fig. 100. Junges Apothecium von Collema microphyllum. Zu äusserst wird dasselbe von dem aus Hyphen *(h)* und Gonidien *(g)* zusammengesetzten Excipulum thallodes *(a)* umgeben, welches das aus pseudoparenchymatischem Hyphengewebe bestehende Excipulum proprium *(b)* umfasst; letzteres geht in das das Apothecium

stets mit seinen Windungen und späteren Sprossungen (Schlauchhyphen — in der subhymenialen Schicht verlaufend) den sterilen Hyphen gegenüber durch Dicke und reicheren Inhalt kenntlich (Fig. 100). Von den sterilen Hyphen der Fruchtanlage sprossen bald zahlreiche pallisadenartig dicht gestellte Paraphysen nach oben (Fig. 100), während eine äussere sterile Hyphenlage eine Hülle (Excipulum proprium und Hypothecium — Fig. 100 *b*, *c*) bildet; erst später sprossen aus den Schlauchhyphen die jungen Sporenschläuche hervor (Fig. 100 — vgl. auch § 427, Fig. 87) und nun durchbricht der wachsende Fruchtkörper allmählich die ihn deckende Thallusschicht, die bei Collema und zahlreichen anderen Flechten dann den Rand des Apotheciums als eine zweite Hülle (Excipulum thallodes) umgiebt. Durch starkes Wachsthum des unter dem Fruchtkörper gelegenen Thallusgewebes (des sogenannten Hypotheciums) wird derselbe oft gestielt (Calycium u. A.).

Die Schlauchsporen entstehen im Ascus meistens zu achten, seltener zu mehreren (Hunderte bei Acarospora, Bactrospora) oder weniger (1—2 bei Umbilicaria). Im Bau, in der Keimung etc. stimmen sie mit den Sporen der übrigen Schlauchpilze überein. Manche grosssporige Flechten entwickeln aus den Sporen zahlreiche Keimschläuche. Trifft der Keimschlauch einer Flechtenspore auf eine ihm zusagende Algenzelle, so wird diese von seinen Aesten umsponnen (Fig. 88 u. 92 A) und damit der Anfang zum Thallus gemacht. Durch die bis zur Entwickelung des fructificirenden Thallus fortgeführte Cultur keimender Flechtensporen auf den gleichzeitig ausgesäeten Algen und den Nachweis, dass ohne letztere die Entwickelung nicht stattfindet, ist durch Stahl u. A. den Gegnern der hier dargestellten Anschauung der letzte Einwand genommen worden.

434. Die langsam wachsenden Flechten leben meist gesellig auf Baumrinden (einige zwischen den Schichten des Periderms, von den obersten Lagen desselben bedeckt — unterrindige oder hypophlöodische Flechten), Steinen, an Felsen oder auf der Erde. Im hohen Norden überziehen sie oft grosse Strecken mit gleichmässigem Rasen (Lichenentundren aus Cetraria-, Cladonia-, Stereocaulon- und Cornicularia-Arten). Manche Arten sind über die ganze Erde verbreitet (Lecidea geographica, Lecanora subfusca, Cladonia rangiferina, Usnea barbata u. s. w.). Im Norden werden viele Flechten als Nahrungsmittel und Viehfutter benutzt (Cladonia rangiferina, die Rennthierflechte). Officinell ist Cetraria islandica Ach. (Lichen islandicus, isländisches Moos, Fig. 94—98; — Bestandtheile: Bassorin, Cetrarsäure). Physcia parietina Fr. (Lichen parietinus, Wandflechte — Bestandtheile: Chrysophansäure, Vulpinsäure) und Sticta pulmonacea Ach. (Lichen pulmonarius, Lungenmoos — Stictinsäure) sind obsolet. Roccella tinctoria (Fig. 91) liefert Lackmus und Orseille; ebenso werden von anderen Arten (Ochrolechia tartarea, Weinsteinflechte; O. parella, Parelloflechte) Farbstoffe gewonnen. Lecanora esculenta (in den Steppen Asiens) war vielleicht die Manna der Israeliten.

435. Gewöhnlich werden die Flechten eingetheilt in:

I. Thallus nicht gallertartig, homöomer, algenartig-strauchig, d. h. von Hyphen überzogene Fadenalgen darstellend: **Lichenes byssacei.** Familie: Byssacei (Ephebe, Coenogonium).

II. Thallus gallertartig, homöomer, meistens laubartig, selten strauchartig: **Lichenes gelatinosi** (Collemaceae).

A. Angiocarpe Formen (Pyrenomyceten).

1. Thallus strauchartig: Lichinaceae (Lichina.)
2. Thallus laubartig, mit zelliger Rinde: (Obryzeae Obryzum).
3. Thallus körnig-krustig: Porocypheae (Porocyphus).

---

nach unten abschliessende mehrschichtige Hypothecium (*c*) über und über diesem sieht man die aus unregelmässigen Zellen bestehenden dicken Schlauchhyphen verlaufen, von denen drei junge Schläuche entspringen. Die dicht gedrängten, gegliederten, das ganze Apothecium erfüllenden Fäden sind die Paraphysen. Vergr. 530. Nach Stahl.

B. Gymnocarpe Formen (Discomyceten).
  1. Thallus krustig: Psorotichieae (Psorotichia).
  2. Thallus laubartig.
    a. Gonidien einzeln, paarweise oder in kleinen rundlichen Gruppen: Omphalarieae (Synalissa).
    b. Gonidien perlschnurförmig an einander gereiht.
      α. Thallus ohne Rindenschicht: Collemaceae (Collema).
      β. Thallus mit zelliger Rinde: Leptogieae (Leptogium, Mallotium).

III. Thallus nicht gallertartig, heteromer, selten homöomer (bei den hypophlöodischen Graphideen und einigen Verrucarieen).
  A. Angiocarpe Formen (Pyrenomyceten): **Lichenes angiocarpi.**
    1. Thallus krustig.
      a. Apothecien (Perithecien) ohne eigenes Gehäuse, einer Thalluswarze einzeln oder zu mehreren eingesenkt: Pertusarieae (Pertusaria).
      b. Apothecien mit eigener, meist schwarzer Wand: Verrucarieae (Verrucaria).
    2. Thallus laubartig: Endocarpeae (Endocarpon).
    3. Thallus strauchig: Sphaerophoreae (Sphaerophorus coralloides in Gebirgsgegenden oft ganze Felsen überziehend).
  B. Gymnocarpe Formen (Discomyceten): **Lichenes gymnocarpi.**
    1. Apothecien meist länglich, gebogen strichförmig oder fast sternförmig. Thallus krustenförmig, homöomer, meistens hypophlöodisch: Graphideae (Schriftflechten — Graphis, Opegrapha — an Baumstämmen).
    2. Apothecien schüssel-, schild- oder kopfförmig. Thallus heteromer.
      a. Thallus krustenförmig.
        α. Apothecien gestielt, die Stiele ohne Gonidien.
          × Apothecien mit Excipulum proprium; Sporen durch Zerfallen der Schläuche frei werdend: Calycieae (kleine, pilzartige Flechten — Calycium, Coniocybe).
          × × Apothecien ohne Excipulum proprium. Sporen in gewöhnlicher Weise frei werdend: Baeomyceae (Baeomyces).
        β. Apothecien sitzend oder dem Thallus eingedrückt.
          × Apothecien mit Excipulum proprium, von Anfang an offen: Lecideae (Psora, Thalloidima, Lecidea, Biatora).
          × × Apothecien mit Excipulum thallodes und durch dieses in der Jugend geschlossen: Lecanoreae (Urceolaria, Aspicilia, Lecanora, Ochrolechia, Pannaria, Psoroma).
      b. Thallus laubartig.
        α. Apothecien schild- oder schüsselförmig, mit der ganzen Unterseite dem Thallus angewachsen.
          × Apothecien mit Excipulum proprium: Umbilicarieae (Umbilicaria, Gyrophora).
          × × Apothecien mit Excipulum thallodes: Parmeliaceae (Sticta, Parmelia, Imbricaria, Physcia).
        β. Apothecien einseitig-schildförmig, mit dem äusseren Rande dem Thallus angewachsen: Peltideaceae (Peltigera).
      c. Thallus strauchartig.
        α. Apothecien mit flacher, selten schwach convexer Scheibe. Thallus von Anfang an strauchig.
          × Thallus bandartig flach: Ramalineae (Cetraria, Ramalina, Evernia).
          × × Thallus cylindrisch oder wenig zusammengedrückt.
            0 Apothecien schildförmig gestielt: Usneaceae (Usnea, Cornicularia, Bryopogon).
            00 Apothecien auf- oder eingewachsen: Roccelleae (Roccella).
        β. Apothecien mit convexer, fast kopfartiger Scheibe. Thallus zuerst laubartig und kleinschuppig oder fast krustenförmig; erst später entspringen aus ihm die fructificirenden strauchartigen Aeste (Podetien): Cladoniaceae (Cladonia, Stereocaulon).

6. Unterordnung. Tuberacei.

436. Die grösseren Trüffeln sind unterirdische, knollenförmige Fruchtkörper, die auf einem fädigen, schimmelartigen, bei manchen Formen perennirenden und wahrscheinlich parasitisch auf Baumwurzeln lebenden, später verschwindenden Mycelium entstehen. Die pseudoparenchymatische Rinde (Peridie) ist meistens derb, braun bis schwarz gefärbt, glatt oder warzig, das Innere des Fruchtkörpers ein mehr oder weniger lockeres, heller ge-

Fig. 101.



färbtes Hyphengeflecht, in welchem das sporenerzeugende Hymenium zahlreiche Kammern und Gänge auskleidet, so dass ein Querschnitt des Fruchtkörpers wegen der meist dunkelbraunen Färbung der Sporen wie marmorirt erscheint.

Die Entwickelung des Fruchtkörpers ist nur bei dem gemeinsten hierher gehörenden Schimmel, dem **Penicillium glaucum**, vollständig bekannt. Das Mycelium dieses über die ganze Erde verbreiteten Pilzes lebt auf den verschiedensten Substraten, erzeugt aber meistens nur seine pinselförmig verzweigten Conidienträger (Fig. 101 A), welche auf jedem Aste eine ganze Kette von Conidien abschnüren. Die Fruchtkörper entstehen nur, wenn der

---

Fig. 101. Penicilium glaucum. A Conidienträger. — B Geschlechtsorgane. — C Anlage des Fruchtkörpers: *a* das sich weiter entwickelnde Carpogon, *b* sterile Fäden. — D Sehr junger Fruchtkörper im Querschnitt: *a* ascogene Hyphen, *b* steriler Theil des Fruchtkörpers, *m* Mycelium. — E und F ascogene Hyphen (*a*) mit jungen Schlauchanlagen (*a*) und sterilen, mycelartigen Fäden (*m*) aus einem weiter entwickelten Fruchtkörper. — G Gruppe von Schläuchen mit Sporen. — H Spore. — J Keimende Sporen. — K Junges Mycelium, bei * die Spore. — Nach Brefeld. — Vergr. von A—G = 630, H und J = 800, K = 400.

Zutritt der atmosphärischen Luft zum Mycel wesentlich vermindert wird. Die Geschlechtsorgane (Fig. 101 B) erinnern in Form und Verhalten an die von Gymnoascus und Eurotium. Nach der Befruchtung entspringen aus dem Carpogon ascogene Hyphen, die sammt den Geschlechtsorganen von benachbarten Mycelfäden dicht umsponnen werden (Fig. 101 C). Die junge Fruchtanlage (Fig. 101 D) wächst allmählich zu einem kleinen kugeligen Fruchtkörper von der Grösse eines Sandkornes heran. Sie lässt dann eine aus stärker verdickten, pseudoparenchymatischen Zellen bestehende braungelbe Rinde erkennen und einen inneren Theil aus grösseren Zellen, in dem die stärkeren ascogenen Hyphen eingeschlossen liegen. Das umgebende Mycelium stirbt dabei bald ab; der entwickelte Fruchtkörper kann drei Monate eingetrocknet ruhen, ohne seine Keimkraft zu verlieren. Wird er nach dieser Zeit angefeuchtet, so theilen sich die ascogenen Hyphen durch Querwände (Fig. 101 E, F: *a*). Ihre so erzeugten einzelnen Zellen treiben dann Sprosse, die sich gleich an der Basis theilen: ein dünnerer, sich verzweigender, scheidewandloser Ast (Fig. 101 E, F: *m*) dient zur Ernährung, indem er in das Gewebe des Fruchtkörpers hineinwächst und dieses allmählich aufsaugt; ein stärkerer, sich ebenfalls vielfach verzweigender Ast (Fig. 101 E, F: *s*) gliedert seine Zweige durch viele Querwände und die einzelnen Zellen schwellen nun zu eiförmigen Schläuchen an, die daher in ganzen Ketten hinter einander sitzen und je acht Sporen entwickeln (Fig. 101 G). Asci, ascogene Hyphen und das ganze Innere des Fruchtkörpers werden später gelöst und die Sporen liegen frei in der allein übrig bleibenden Peridie. Die Sporen (Fig. 101 H, J) erzeugen bei der Keimung ein wieder Conidien entwickelndes Mycelium (Fig. 101 K).

437. Die Arten der Gattung T u b e r (Trüffel) liefern eine sehr geschätzte Speise. T. bru-
male Vitt. (nuss- bis faustgross und manchmal bis 1 Kilo schwer, fast kugelig, mit grossen,
eckigen Warzen, aussen schwarz, innen schwarzgrau und weiss marmorirt), T. melanosporum
Vitt. (T. cibarium Pers., schwarze T. — röthlich-schwarz, mit röthlich gefleckten Warzen, das
Innere violettschwarz oder dunkel braunroth mit röthlichen Adern), T. aestivum Vitt. (unregel-
mässig kugelig, mit sehr grossen pyramidalen Warzen, aussen schwarzbraun, innen blassbraun
und weisslich marmorirt) und C h o i r o m y c e s maeandriformis Vitt. (Tuber album Sow., weisse
Trüffel — unregelmässig knollig, einer Kartoffelknolle ähnlich, glatt, blassbraun oder weisslich-
gelb, innen weiss mit gelblichen Adern) sind die wichtigsten Speisetrüffeln. — E l a p h o m y c e s
hat keine Kammern im Fruchtkörper; die zur Reifezeit sehr harte, holzige Peridie umschliesst
eine fädige Masse mit staubförmigen schwarzen Sporen (E. granulatus und aculeatus).

18. Ordnung. Basidiomycetes.

438. Pilze mit meist reich entwickeltem, stets durch Querwände ge-
gliedertem Mycelium und in der Regel vollkommen ausgebildeten, mannig-
faltig gestalteten Fruchtkörpern, in oder auf denen die Sporen auf zahl-
reichen B a s i d i e n (Stützschläuchen) abgeschnürt werden. Letztere sind cy-
lindrische, keulen- oder eiförmige bis fast kugelige, oft schlauchartige
Zellen, deren Ende sich entweder unmittelbar zur Spore oder zu einer
Reihe von Sporen abgliedert (Aecidiomycetes), oder welche erst 2—9 be-
sondere pfriemenförmige Ausstülpungen (S t e r i g m e n) treiben, auf deren
Enden die Sporen (Basidiosporen, Acrosporen, Ectosporen) als je eine blasige,
später durch Querwand abgegrenzte Anschwellung entstehen (Fig. 102, 114—116).

1. Unterordnung. Aecidiomycetes.

439. (Fam. 25.) Uredineae. Die Aecidiomyceten oder Rostpilze sind Parasiten, deren Mycelium innerhalb der Nährpflanze wuchert und

Fig. 102.

Fig. 102. Corticium amorphum Fr. *a* Eine fast ausgewachsene Basidie. *b* Scheitel einer Basidie, auf welcher die vier Sterigmen gebildet sind. *c* Basidie, deren Sterigmen eben zu den Sporen anschwellen. *d* Aeltere Basidie mit halbreifen, noch nicht durch Querwände abgegrenzten Sporen. *e* Scheitel einer Basidie mit reifen Sporen. Vergr. 390. Nach De Bary.

Fig. 103.

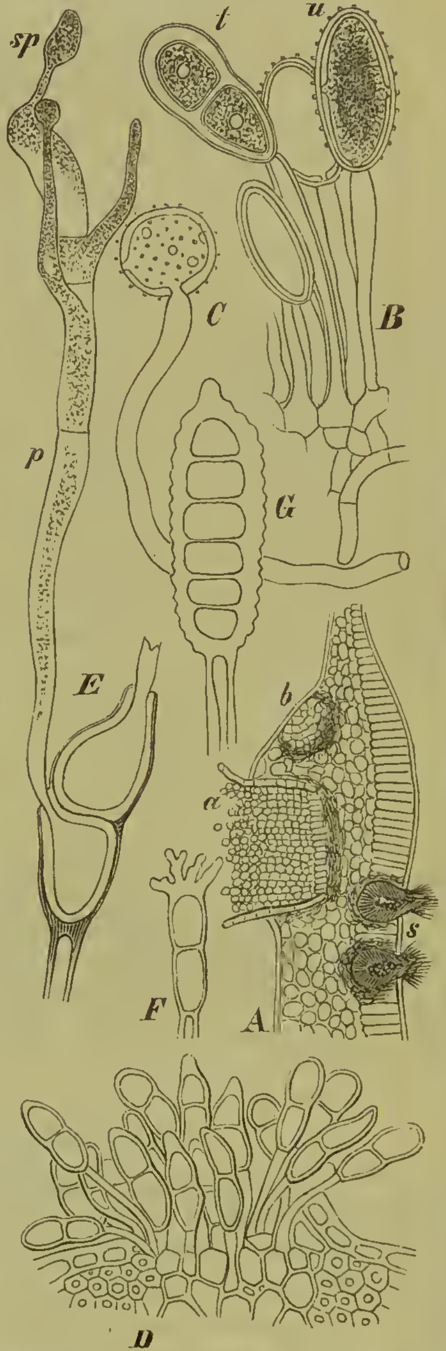


Fig. 103. A Stück eines Querschnittes vom Blatte der Berberitze mit Aecidium (*a*, *b*) und Spermogonien (*s*), schwach vergrössert und etwas schematisirt. — B Sommer- (*u*) und Wintersporen (*t*): Vergr. 390. — C Keimende Sommerspore (Vergr. 390). — D Wintersporen auf einem Querschnitte des Queckenblattes (Vergr. 190). E Keimende Winterspore: *p* Promycelium, *sp* Sporidie (Vergr. ca. 400). — A, B, D und E von Puccinia graminis, C von P. straminis. — F Winterspore von P. coronata (Vergr. 300). — G Winterspore von Phragmidium incrassatum (Vergr. 300). — B–D nach De Bary, E nach Tulasne.

diese dadurch mehr oder weniger in ihrem Wachsthum beeinträchtigt. Der eigenthümliche Entwickelungsgang der höchstentwickelten Formen kann durch einen Rost der Getreidearten, Puccinia graminis, veranschaulicht werden, dessen ganze Entwickelung nicht auf den Gramineen allein stattfindet, sondern erst auf der Berberitze (Berberis vulgaris) zum Abschluss kommt.

Die für die Ueberwinterung bestimmten Wintersporen oder Teleutosporen dieses Pilzes sind gestielt und zweizellig (Fig. 103 D). Ihr derbes Exosporium ist braun gefärbt. Sie keimen im Frühlinge aus einer oder beiden Zellen, indem das Endosporium zu einem kurzen, zarten Schlauche, dem Promycelium, auswächst, welches an seinem Ende sich in drei bis vier Zellen gliedert, aus dem oberen Ende jeder Zelle einen pfriemenförmigen Fortsatz entwickelt und auf der Spitze dieser Sterigmen je eine Sporidie als blasige Anschwellung abschnürt (Fig. 103 E). Die Sporidien müssen zu ihrer Weiterentwickelung auf die grünen Organe (gewöhnlich die Blätter) der Berberitze gelangen, deren Epidermis sie mit ihrem Keimschlauche direct durchbohren. Im Gewebe der Berberitze erzeugen sie dann ein von gelben Oeltropfen erfülltes, ästiges Mycelium, das nach einiger Zeit unter der Epidermis Spermogonien und die sogenannten Aecidien entwickelt. Die ersteren sind flaschenförmige Behälter, welche mit enger Mündung die Oberhaut des befallenen Organes durchbrechen und auf haarartigen Hyphen rundliche Spermatien abschnüren, deren Bedeutung unbekannt ist. Aus der Mündung der Spermogonien ragt ein pinselförmiger Büschel von Paraphysen hervor (Fig. 103 A, *s*).

440. Auf demselben Mycelium entspringen etwas später oder gleichzeitig die früher als eigene Gattung (Aecidium) beschriebenen Sporenfrüchte; becherförmige Behälter, deren Wand (Peridie) von einer Lage sechsseitiger Zellen gebildet wird und die im Grunde auf dichtgedrängten, senkrecht stehenden Myceländern, den Basidien, ganze Reihen von Sporen nach Analogie der Conidienbildung bei Cystopus (§ 392, Fig. 61 *k*) abschnüren (Fig. 103 A, *a*). Die Sporen sind anfänglich durch den gegenseitigen Druck polyëdrisch, später runden sie sich ab; in ihrem Inhalte führen sie röthliche Fetttröpfchen. Die jugendlichen Aecidien sind als rundliche, parenchymatische Gewebemassen (Fig. 103 A, *b*) im Gewebe der Nährpflanze eingeschlossen; die Art ihrer ersten Anlage ist nicht sicher bekannt.

Die Keimung der Aecidiumsporen geschieht auf Gramineen. In diese wachsen die Keimschläuche durch die Spaltöffnungen der Epidermis hinein. Das von ihnen erzeugte Mycelium entwickelt nach höchstens acht Tagen bereits conidienartige Sommersporen, früher als eigene Gattung unter dem Namen Uredo beschrieben und deshalb auch Uredosporen genannt. Die Sommersporen werden in ganzen Lagern unter der Epidermis angelegt und durchbrechen dann diese als die bekannten „Rostflecke". Sie sind gestielt, oval, einzellig, auf dem Exospor mit kleinen Knötchen besetzt und durch Fetttröpfchen roth gefärbt (Fig. 103 B, *u*). Ihre Keimung erfolgt sofort, indem der Keimschlauch durch Löcher oder dünnere Stellen (Keimsporen) des Exospors austritt (Fig. 103 C) und, durch die Spaltöffnungen eindringend, neues, abermals Uredosporen erzeugendes Mycel entwickelt: die Sommer-

sporen sind hauptsächlich für die Verbreitung des Pilzes bestimmt. Erst gegen Ende des Sommers entstehen in den Uredolagern allmählich die zweizelligen, der Puccinia angehörigen Wintersporen (Fig. 103 B, D: *t*).

Einen gleichen Entwickelungsgang haben die beiden anderen gemeinen Getreideroste: P. straminis, deren Aecidium auf Boragineen, und P. coronata, deren Aecidium auf Rhamnus vorkommt.

441. Eine Reihe von Rostpilzen zeichnet sich durch vom obigen Typus abweichendes Verhalten aus, indem bald die eine, bald die andere der für die Getreideroste charakteristischen Fortpflanzungszellen fehlt, oder diese sich in der Keimung anders verhalten, oder die ganze Entwickelung auf nur einer Nährpflanze durchlaufen wird. Für manche Formen ist allerdings die Gesammtentwickelung unbekannt. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Gattungen der Rostpilze zusammengestellt, der Bequemlichkeit wegen auch die Nebenformen mit aufgenommen.

I. Sporen nicht unter einander verwachsen, in staubigen Lagern oder doch leicht einzeln ablösbar.
  A. Abgefallene Sporen an der Basis mit einem Reste des farblosen Stieles, selten einzellig, meist zwei- bis mehrzellig, meist dunkelbraun gefärbt.
    1. Sporen einzellig: Uromyces.
    2. Sporen zweizellig, die Zellen über einander stehend.
      a. Sporen nicht in Gallerte eingebettet: Puccinia.
      b. Sporen in Gallerte eingebettet: Gymnosporangium.
    3. Sporen aus 3 in der Mitte zusammenstossenden Zellen gebildet: Triphragmium.
    4. Walzenförmige Sporen in eine Reihe über einander stehender Zellen (mehr als zwei) getheilt: Phragmidium.
  B. Abgefallene Sporen ohne Stiel, einzellig, gelb, roth oder braun, meist stachelig.
    1. Sporenlager von einer Hülle (Peridie) umgeben. Sporen auf den Basidien kettenförmig abgeschnürt.
      a. Peridie becherförmig, meist mit gezähntem Rande: Aecidium.
      b. Peridie halbkugelig, auf dem Scheitel mit runder Oeffnung: Endophyllum.
      c. Peridie mützen- oder flaschenförmig, durch Auseinanderweichen der Zellenreihen der Länge nach gitterförmig gespalten aber mit ganzem Scheitel, oder an der Spitze pinselförmig: Roestelia (Aecidien zu Gymnosporangium).
      d. Peridie blasenförmig, unregelmässig zerreissend: Peridermium.
    2. Sporenlager ohne Peridie, von Spermogonien begleitet. Sporen kettenförmig abgeschnürt: Caeoma.
    3. Sporenlager ohne Peridie. Sporen einzeln auf den Basidien, selten kettenförmig abgeschnürt, aber dann die Sporenlager nicht von Spermogonien begleitet: Uredo (Sommersporen verschiedener Rostpilze).

II. Sporen unter einander und mit dem Substrate zu einem flachen, krustenförmigen Lager verwachsen.
  1. Sporen einfächerig. — Sporenlager unter der Epidermis (intercellular): Melampsora.
  2. Sporen mehrfächerig. — Sporenlager intercellular.
    a. Sporenlager roth. Sporen keulenförmig: Coleosporium (vgl. § 442 unter Peridermium).
    b. Sporenlager orangegelb. Sporen fadenförmig: Chrysomyxa.

III. Sporen zu einem aufrechten, säulenförmigen Körper verwachsen: Cronartium.

442. Die wichtigsten Arten sind: **Puccinia.** 1. Heteröcische Formen: auf zwei verschiedenen Nährpflanzen. P. graminis Pers. Teleutosporenlager die Epidermis durchbrechend, Teleutosporen ohne Anhängsel, Aecidium auf Berberis. — P. straminis Fuck. Teleutosporenlager von der Epidermis bedeckt bleibend, Teleutosporen ohne Anhängsel, Aecidium auf Boragineen. — P. coronata Cd. Teleutosporen auf der Spitze mit Krönchen (Fig. 103 F), von der Epidermis bedeckt, Aecidium auf Rhamnus. Alle drei bilden die häufigsten Grasrostformen und sind auf Getreide manchmal sehr schädlich. — P. sessilis auf Phalaris arundinacea, Aecidium auf Allium ursinum. — P. Caricis auf Carex, Aecidium auf Urtica. — 2. Autöcische Formen: vollständige Entwickelung auf einer Nährpflanze (oder einzelne Stadien unbekannt). P. discoidearum Lk. vorzüglich auf Arten von Artemisia, Tanacetum etc.: die in Südrussland auf Sonnenrosen verheerend auftretende P. Helianthi Schw. ist nur eine Form dieser Art. —

P. Asparagi auf Spargel. — P. Dianthi Tul. macht dadurch eine eigenthümliche Ausnahme, dass ihre Teleutosporen sofort keimen, ihre Sporidien-Keimschläuche durch die Spaltöffnungen eindringen und wieder unmittelbar Teleutosporenlager erzeugen. P. Malvacearum verhält sich ähnlich, durchbohrt aber mit den Keimschläuchen die Epidermis. — **Uromyces:** U. Betae Tul. (autöcisch) auf Runkelrüben. — U. appendiculatus Lev. auf Luzerne, Saubohnen, Erbsen. — U. Phaseolorum Tul. auf Bohnen. — U. apiculatus Lev. auf Klee. Alle mehr oder minder schädlich. — **Triphragmium.** T. Ulmariae auf Spiraea Ulmaria. — **Phragmidium.** P. incrassatum auf Rosen. — **Chrysomyxa.** Ch. Abietis erzeugt den schädlichen Fichtennadelrost. Die Teleutosporen keimen sofort in den Fruchtlagern. — **Gymnosporangium:** G. fuscum DC. entwickelt die Uredo- und Teleutosporen auf den Zweigen von Juniperus Sabina, die Spermogonien und Aecidien auf Birnenblättern. Die Peridie der Aecidien ist mützenförmig, bis 3 Millim. lang, an den Seiten gitterartig zerschlitzt. Die Gallerte der Teleutosporenlager rührt von den quellenden Stielen der Wintersporen her. — G. clavariaeforme Oerst. Die Teleutosporen etc. auf Juniperus communis, die Aecidien auf Apfel, Weissdorn und Mispel. — **Melampsora.** M. salicina auf Weiden, M. populina und Tremulae auf Pappeln. M. Lini auf Linum catharticum; manchmal auch auf Flachs (L. usitatissimum) schädlich. — **Cronartium** asclepiadeum an Vincetoxicum officinale. — **Endophyllum:** die Aecidiumsporen entwickeln sofort Promycelium mit Sporidien. E. Sempervivi auf Sempervivum tectorum. — **Peridermium** Pini, Kiefernblasenrost, schädlich auf Kiefern (soll als Aecidium zu Coleosporium Senecionis — Uredo — gehören). — **Caeoma** pinitorquum, den Drehrost der Kiefer verursachend.

443. (Fam. 26.) Ustilagineae. Die Brandpilze sind durch ihre Gesammtentwickelung verschiedenen Pilzfamilien verwandt, dürften sich aber neueren Untersuchungen zu Folge am natürlichsten an die Rostpilze anschliessen, mit denen sie auch früher schon unter dem gemeinsamen Namen der Hypodermier vereinigt waren. Geschlechtsorgane sind hier eben so wenig wie bei den Rostpilzen bekannt. Für das unbewaffnete Auge sind die stets parasitischen Brandpilze erst sichtbar, wenn sie ihre braunen oder schwarzbraunen Sporen entwickeln, welche oft ganze Gewebe der Wirthpflanze erfüllen und in ihrer Masse wie Russ erscheinen. Die Sporen sind meistens sehr klein und besitzen ein derbes, glattes

Fig. 104.

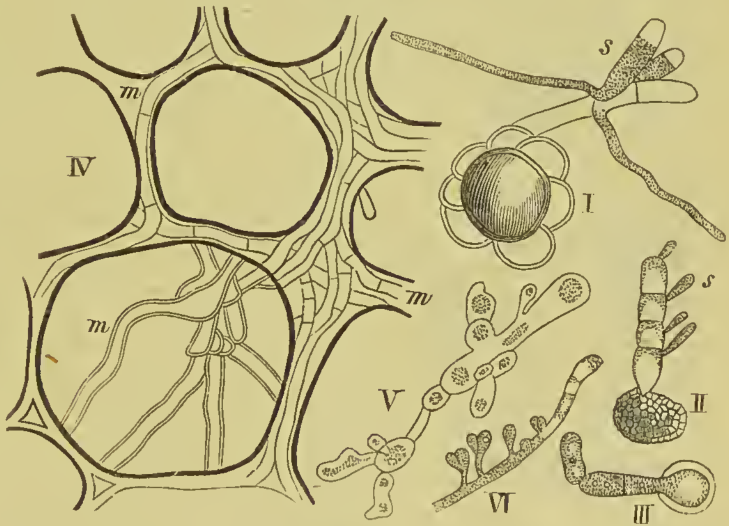


Fig. 104. I. Keimende Spore von Urocystis occulta (Vergr. 600): *s* die keimenden Sporidien. — II. Gekeimte Spore von Ustilago receptaculorum (Vergr. 390); *s* Sporidien. — III. Keimende Spore von Ustilago Carbo (Vergr. 600). — IV. Mycelium (*m*) von Urocystis occulta im Scheidenblatte des Roggens (Vergr. 375). — V. Sporenbildung von Ustilago flosculorum (Vergr. 900). — VI. Sporenbildung von Tilletia Caries (Vergr. 900). — I, III und IV nach Wolff, II nach De Bary, V und VI nach Fischer v. Waldheim.

oder unebenes Exospor, das bei der im Frühlinge erfolgenden Keimung von dem zarten und farblosen Endosporium gesprengt wird. Letzteres tritt dann als Papille hervor und wächst zu einem kurzen, einfachen Schlauche, dem Promycelium, aus. Dieses bleibt bald einzellig (Tilletia, Fig. 105 *a*, *b*), bald wird es durch Querwände gegliedert (Ustilago — Fig. 104, II und III). Im letzteren Falle lösen sich entweder die einzelnen und dann bereits keimfähigen Gliederzellen ab (Fig. 104, III), oder diese treiben seitwärts an ihrem oberen Ende Ausstülpungen von verschiedener Form, die sich durch Querwände als Sporidien abgliedern und leicht abfallen (Fig. 104, II, *s*). Bei Tilletia und Urocystis sprossen die Sporidien am Ende des ungegliederten Promyceliums als ein Wirtel von Aesten hervor (Fig. 104 I, *s* — Fig. 105 *a*), in dem jeder Ast durch eine Querwand abgegliedert wird und bei Tilletia in der Regel (bei Urocystis selten) je zwei Nachbaräste durch einen Querschlauch sich zu einer Hförmigen Doppelsporidie verbinden (Fig. 105 *b*).

Fig. 105.



444. Die Sporidien keimen oft noch am Promycelium (Fig. 104 I, *s*), meistens jedoch erst, nachdem sie abgefallen sind. Ihr zarter Keimschlauch wächst entweder direct zum Mycelium aus (Fig. 105 c *), oder er erzeugt erst eine secundäre Sporidie (Fig. 105 *d**). Der Keimschlauch selbst bohrt sich bei unseren Getreidebrandpilzen in das Gewebe der jugendlichen Keimpflanze ein, entweder direct in den jungen Stengel dicht über der Wurzel (oder selbst in den oberen Theil der letzteren), oder in das erste zarte Scheidenblatt, im letzteren Falle alle weiteren, von diesem umhüllten Blätter quer durchwachsend, bis es in den Stengel gelangt. In diesem wächst das oft sehr spärlich, oft reich durch Querwände gegliederte Mycelium entweder in den Intercellularräumen und sendet Haustorien in die angrenzenden Zellen (Fig. 104 IV, *m*); oder es durchbohrt direct die Zellwände und wuchert durch die Zellen weiter, wobei es dann die innerste Lamelle der Zellwand vor sich herschiebt und in ihr wie in einer eng anliegenden Scheide weiter wächst. Das Mycelium ist namentlich in den Knoten des Halmes sehr reich verzweigt, in den Internodien spärlicher; in letzteren wird es oft bei rascher Streckung derselben zerrissen, ohne dadurch lebensunfähig zu werden. Der Ort, an welchem es endlich zur Sporenbildung gelangt, ist ein sehr verschiedener, gewöhnlich jedoch der Fruchtknoten (§ 445). Die Sporen werden selten als Anschwellungen kurzer, zarter Myceläste erzeugt (Tilletia — Fig. 104 VI). Meistens entstehen sie in der Weise, dass das Mycelium sich reicher verzweigt und dichte Knäuel bildet,

Fig. 105. Tilletia Caries, nach Tulasne (Vergr. 460). *a* und *b* keimende Sporen, *c* und *d* keimende Sporidien.

seine Wände gallertartig quellen und das Plasma dabei in kugelige Portionen eingeschnürt wird (Fig. 104 V), welche sich mit Membran umhüllen und zu den Sporen werden, während das ganze Mycelium (auch bei Tilletia) nach und nach völlig zur Ernährung der wachsenden Sporen verbraucht wird. Bei Urocystis bilden sich an der Oberfläche der 1—3zelligen Sporen noch sterile sogenannte Nebensporen, indem sich benachbarte Myceläste der jungen Spore anlegen und mit ihr verwachsen (Fig. 104 I). — Für die sichere Unterscheidung mancher Gattungen ist Kenntniss des gesammten Entwickelungsganges nothwendig.

445. Die Ustilagineen gehören zu den schädlichsten Parasiten unserer Culturpflanzen, namentlich des Getreides. Tilletia Caries und T. laevis, erstere mit netzig verdickten, letztere mit glatten Sporen, verursachen den Steinbrand (Stink- oder Schmierbrand) des Weizens, indem sie das Gewebe der jungen Frucht bis auf die dünne Fruchtschale zerstören, von welcher die Sporen noch zusammengehalten werden. Beizen des Saatgutes mit einer $^{1}/_{2}$procentigen Lösung von Kupfervitriol zerstört die Keimkraft der Brandsporen in 12—14 Stunden ohne Schaden für den Weizen, ist daher das sicherste Schutzmittel. — Ustilago Carbo erzeugt den Flugbrand (Staub- oder Russbrand) der Getreide und ist namentlich auf Hafer sehr gemein. Sein Mycelium zerstört ausser dem ganzen Fruchtknoten auch noch den grössten Theil der Spelzen: seine Sporen stäuben daher frei aus. U. Maydis ruft den Maisbrand hervor, indem diese Art in Stengeln, Blättern und Blüthen des Mais (gewöhnlich unter Erzeugung grosser Beulen — daher Beulenbrand) ihre Sporen reift. U. destruens erzeugt den Hirsebrand in den Früchten von Panicum miliaceum, U. Secalis den seltenen Roggenkornbrand. Der Roggenstengelbrand wird von der in den Blättern und Stengeln fructificirenden Urocystis occulta hervorgerufen. — Von anderen Arten sind noch häufig: Ustilago utriculosa im Fruchtknoten von Polygonum-Arten, U. flosculorum in den Blüthen von Knautia, U. receptaculorum in den Blüthenköpfchen der Compositen, U. antherarum in den Staubgefässen von Caryophylleen, etc. etc.

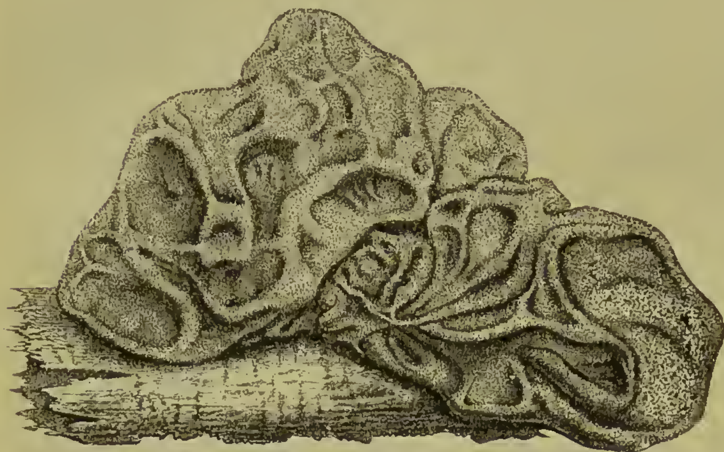
446. An die Ustilagineen schliesst sich am nächsten die Familie der Entomophthoreen, epidemisch auftretende, insektenbewohnende Parasiten, deren reich verzweigtes, fädiges (Entomophthora) oder nur aus hefeartig sprossenden Zellen bestehendes (Empusa) Mycelium im Inneren des lebenden Thieres vegetirt und endlich auf nach aussen durch die Haut des Wirthes durchbrechenden Basidien je eine Spore abschnürt, die nach dem Abwerfen sofortige Infection neuer, noch gesunder Insekten bewirkt. Für die Ueberwinterung entstehen bei Entomophthora im Inneren des Insektenkörpers dickwandige Dauersporen, deren Keimung jedoch unbekannt ist. — Empusa Muscae erzeugt eine bekannte Krankheit der Stubenfliegen. Der weisse, mehlartige Hof, welcher die erkrankten und gestorbenen Fliegen umgiebt, besteht aus den in Plasmareste eingehüllten Sporen des Pilzes. Diese entwickeln am Ende eines kurzen Keimschlauches eine Secundärspore, welche mit einem Plasmareste des Schlauches abgeschleudert und vorbeipassirenden Fliegen an den Unterleib geworfen wird. Hier treibt sie einen die Haut des Thieres durchbohrenden Keimschlauch, der im Leibesinneren sofort zu einer grossen, hefeartig sprossenden Zelle anschwillt, deren Tochtersprosse sich durch weitere Sprossung in ungeheurer Menge vermehren. Die letzten Sprossgenerationen wachsen endlich zu einzelligen, durch die Körperhaut nach aussen tretenden, dicht pallisadenartig neben einander die Körperoberfläche bedeckenden Basidien aus, welche auf dem Scheitel je eine Spore abschnüren und diese in Folge reichlicher Wasseraufnahme unter Platzen des Basidienscheitels sammt einem Theile nicht verbrauchten Plasmas mit grosser Gewalt abschleudern. — Entomophthora radicans lebt in den Raupen des Kohlweisslings.

2. Unterordnung. Tremellini.

447. Die an alten Baumstämmen und auf faulem Holze vegetirenden Gallertpilze besitzen ein Mycelium, das in eine aus gequollenen Membranlamellen hervorgegangene Gallerte eingebettet ist und unregelmässige, gelappte und gefaltete Häute bildet (Fig. 106). Das die Basidien enthaltende Hymenium bedeckt die ganze Oberfläche. Die Basidien sind bei Hirneola

lange, protoplasmareiche, cylindrische Schläuche (Primärbasidien), die sich durch Querwände in 4 bis 5 Zellen (Secundärbasidien) theilen, von denen jede ein die Spore abschnürendes, langes, pfriemenförmiges Sterigma (wie an den Promycelien der Teleutosporen von Puccinia — § 439) treibt. Bei Tremella, Exidia etc. zerfällt die fast kugelige Primärbasidie durch senkrechte Wände in vier wie Kugelquadranten gelagerte (manchmal auch nur in 3) Zellen (Fig. 107, die Basidie rechts), von denen jede ein langes Sterigma entwickelt, und die sich vorher oft aus einander lösen, so dass sie einer Gruppe von vier getrennten Basidien gleichen. Die keimenden Sporen entwickeln entweder direct ein Mycelium, oder sie liefern ein Promycelium, das Sporidien erzeugt (vgl. § 454).

Fig. 106.





Tremella mesenterica: geldgelb; an faulenden Laubholzzweigen. — Hirneola Auriculae Judae: napfförmig, meist ohrmuschelartig verbogen, runzelig, braun, unterseits graufilzig; an Sambucus nigra; früher als Fungus Sambuci officinell. —

3. Unterordnung. Gasteromycetes.

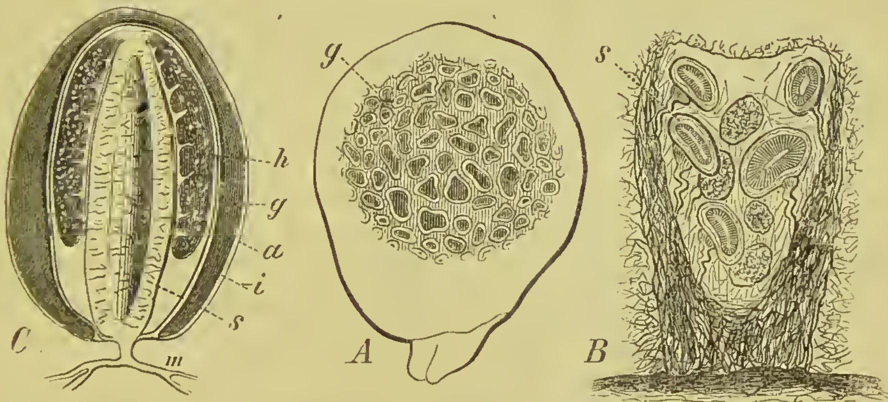
448. Das Mycelium der Bauchpilze ist ein freifädiges, durch Querwände gegliedertes, dessen Fäden sich jedoch manchmal zu dicken, faserigen Strängen vereinigen. Die sehr verschieden gestalteten, meistens grossen und ansehnlichen Fruchtkörper tragen das Hymenium nie auf der Oberfläche, sondern stets in Höhlungen (Kammern) des Inneren, deren Wände es auskleidet. Diese gekammerte, fructificirende Gewebemasse wird als Gleba (Fig. 108 A, *g*), die äussere, derbe, meist in verschiedene Schichten differenzirte Rinde als Peridie bezeichnet. In den die Glebakammern trennenden Wänden unterscheidet man

Fig. 106. Tremella mesenterica Retz. Pilz in natürl. Gr., auf einem Aststücke sitzend. Nach Tulasne.

Fig. 107. Exidia spiculosa Sommerf. Stück des Hymeniums im Längsschnitt, sehr stark vergrössert, nach Tulasne. *s* Sporen, *b* Basidien, *h* Hyphen des Pilzes.

eine Mittelschicht als Trama. Sie besteht aus reich verzweigten, vorzugsweise der Wandoberfläche parallel verlaufenden, verhältnissmässig dünnwandigen, plasmareichen Hyphen; zahlreiche, dicht gedrängte Zweige der Tramahyphen wenden sich schliesslich bogenförmig gegen den Innenraum der Kammern, um mit den letzten Aesten als Basidien das Fruchtlager zu bilden, das entweder scharf gegen den leeren Kammerraum abgegrenzt ist, oder letzteren in dichter Verschlingung ganz ausfüllt. Bei manchen Gasteromyceten (Lycoperdon, Bovista, Geaster) findet man ausserdem zwischen den mit den Basidien endenden Tramahyphen dickere, derbwandige, meist querwandlose Röhren, welche mit ersteren von denselben Hyphen entspringen, jedoch keine Hymenialbestandtheile tragen. Wenn mit Beginn der Sporenreife die zartwandigen Hyphen und das Hymenium gelöst werden, bleiben die dickeren, ihre Membran färbenden Röhren als eine das Sporangium durchsetzende wollige Masse, das Capillitium, zurück (§ 370). Die Entwickelungsgeschichte der Bauchpilze von der keimenden Spore an ist nur

Fig. 108.



in wenigen Fällen (Scleroderma, Crucibulum) bekannt. Geschlechtsorgane treten auf dem Mycelium nicht auf, vielmehr ist die erste Fruchtkörperanlage ein Knäuel dicht verschlungener, gleichförmiger Hyphen. (Vgl. auch die Hymenomyceten.) Die Sporen werden durch Oeffnen der Peridie ausgestreut. Die wesentlichsten Familien sind folgende.

449. (Fam. 27.) Lycoperdaceï. Die meist ansehnlichen, kugeligen, eiförmigen oder dick keulenförmigen Fruchtkörper besitzen eine doppelte Peridie. Die innere Peridie ist bei den meisten Arten eine papierartige Haut aus derben, fest verflochtenen Hyphen von capillitiumartigem Aussehen, von den Capillitiumfasern aber durch hellere Farbe und geringere Wanddicke verschieden. Die äussere Peridie ist von einem grosszelligen, meist pseudoparenchymatischen Gewebe gebildet, das nach aussen oft in Form von Warzen und Stacheln vorspringt. Bei der Reife löst sich eine innere Schicht der äusseren Peridie in eine schmierige Masse auf, so dass

Fig. 108. A Octaviana asterosperma, halbirt (Vergr. 5); *g* Gleba. — B Crucibulum vulgare, halbirt (Vergr. 4); *s* die Sporangien. — C Phallus impudicus, fast reif, halbirt, in halber Grösse; *a* äussere, *g* mittlere gallertartige, *i* innere Schicht der Peridie; *h* Hut, *st* Strunk, *m* Mycelium.

sich die Aussenschicht loslöst und zerfällt; oder die ganze äussere Peridie wird in eine schmierige Substanz umgewandelt. Bau der Glebawände s. § 448. Die reife Peridie umschliesst eine staubig-flockige Masse von Sporen und Capillitiumfasern.

Bovista: Peridie ungestielt, kugelig oder eiförmig, glatt; das Innere des Fruchtkörpers fast durchweg aus der Gleba gebildet. B. plumbea, bis 2 Cmtr. im Durchmesser, bleigrau. — Lycoperdon: Peridie dick keulig bis kopfig, im unteren Theile stielartig verschmälert, meist mit Warzen und Stacheln; die Gleba nur den oberen kugeligen Theil des Fruchtkörpers ausfüllend. L. giganteum (Riesenbovist, 5—50 Cmtr. im Durchmesser) und L. caelatum früher als Fungus Chirurgorum officinell.

Die verwandte Familie der Hymenogastreï unterscheidet sich durch das Fehlen des Capillitiums, sowie durch die bei der Fruchtreife bleibenden Kammerwände der Gleba. Meist unterirdisch wachsende Pilze von trüffelartigem Aussehen. Hierher Octaviana, Fig. 108 A. — Die Sclerodermeï besitzen eine lederige, korkige oder holzige Peridie; ihre Glebawände zerfallen zuletzt vollständig; ein Capillitium ist nur in spärlichen Resten vorhanden. Scleroderma vulgare häufig. — Die Geastrideï sind dadurch charakterisirt, dass die äussere Peridie bei der Reife sternförmig in hygroskopische, beim Austrocknen zurückschlagende Lappen zerreisst; die meist dünne, papierartig-häutige innere Peridie öffnet sich gewöhnlich auf dem Scheitel mit Zähnen und umschliesst bei der Reife nur noch Sporen und Capillitium. Geaster.

450. (Fam. 28.) Nidulariaceï. Mycelium schimmelartig. Der Fruchtkörper von Crucibulum vulgare ist walzig-glockig (Fig. 108 B), seine äussere Peridienschicht aus dichtverfilzten, braunen Hyphen gebildet, mit Haaren dicht bedeckt und auf dem Scheitel fehlend. Das innere Gewebe des jungen Fruchtkörpers ist ein farbloses, lockeres Hyphengeflecht, von dem eine äussere Schicht zur inneren Peridie sich umbildet, während im Inneren sich kleine linsenförmige Kammern, die sogenannten Peridiolen (Sporangien), differenziren. Diese sind mit der inneren Peridie durch einen gewundenen „Nabelstrang" von parallel verlaufenden Hyphen verbunden; sie bestehen aus einer dichten Hülle verflochtener Hyphen, sind hohl und in der Höhlung mit dem Hymenium ausgekleidet. Das zwischen den Sporangien gelegene Gewebe wird nach und nach gallertartig gelöst, die den Scheitel überziehende innere Peridie allmählich während des Wachsthums gedehnt und endlich zerrissen. Der Fruchtkörper stellt nun einen Becher dar, in dem die an den Nabelsträngen befestigten Peridiolen wie kleine Linsen liegen. — Nidularia unterscheidet sich durch sitzende Sporangien. — Die die kleine Familie der Carpoboli bildende Gattung Sphaerobolus hat einen kugeligen Fruchtkörper, aus dem das einzige braune, etwa senfkorngrosse Peridiolum bei der Reife weit fortgeschleudert wird.

451. (Fam. 29.) Phalloideï. Die Peridie des zuerst eiförmigen, von einem bindfadendicken, strangartigen Mycelium entspringenden Fruchtkörpers differenzirt sich in eine dünne innere, eine äussere lederige und eine mittlere dicke Gallertschicht (Fig. 108 C). Die Gleba hat die Gestalt einer Glocke (Fig. 108 C, h); sie besteht aus einer inneren derben Schicht, der zahlreiche netzartig verbundene Wände aufgesetzt sind, welche die Gleba in Kammern theilen, in denen die zahlreichen schwarzgrünen Sporen entwickelt werden. Ein innerster Theil des Fruchtkörpers wird zu einem hohlen, schwammigen, stielartigen Träger (Fig. 108 C, s), der sich bei der Reife streckt, die Peridie durchbricht und die hutartige Gleba emporträgt, von der dann die Sporenmasse, indem die Hyphen gallertartig zerfliessen, wie ein zäher Schleim abtropft, so dass von der Gleba nur die innere,

netzig-runzelige Schicht zurückbleibt. Der Pilz erinnert dann in seiner Form lebhaft an die Morcheln. Phallus impudicus in Wäldern, stark nach Aas riechend. — Die verwandte Gattung Clathrus besitzt eine kugelige, gitterförmig durchbrochene, meist feuerrothe innere Peridie; C. cancellatus in Südeuropa.

Fig. 109.



Fig. 109. Agaricus melleus L. Fruchtkörper in verschiedenen Stadien der Entwickelung auf einem verzweigten Strange des früher als Rhizomorpha fragilis bezeichneten Myceliums, welches noch mit einem Stücke abgestorbenen Holzes zusammenhängt. Nat. Gr.

4. Unterordnung. Hymenomycetes.

452. Die Unterordnung der Hautpilze ist die umfangreichste und die stattlichsten Repräsentanten enthaltende der Basidiomyceten. Ihr vorzugsweise in humusreicher Erde und in faulendem Holze lebendes, seltener parasitisch in lebenden Pflanzen vegetirendes Mycelium ist entweder ein schimmelartiges, fädiges, reich verzweigtes, centrifugal sich ausbreitendes, dessen Hyphen gewöhnlich vielfach anastomosiren und sich wohl gar zu festeren Häuten verfilzen; oder es besteht aus verzweigten Strängen und Bändern (Fig. 109), welche äusserlich den Wurzelfasern höherer Pflanzen oft sehr ähnlich sind, manchmal zu grossen Platten sich ausdehnen und aus zahlreichen parallel verlaufenden Hyphen zusammengesetzt werden, ein Mark und eine Rin-

denschicht erkennen lassen und von letzterer aus zum Zwecke ergiebigerer Nährstoffaufnahme zahlreiche haarartige Hyphen ins Innere des Substrates senden (Fig. 110). In vielleicht den meisten Fällen ist das Mycelium perennirend und erzeugt jährlich neue Fruchtkörper. Diese bilden bei den niedersten Formen der Auricularineen haut- oder lederartige Ueberzüge, welche das Hymenium auf ihrer Oberfläche entwickeln; oder ein eigentlicher Fruchtkörper fehlt in seltenen Fällen sogar gänzlich, wie bei der parasitisch lebenden Gattung Exobasidium. Bei den meisten Hymenomyceten erhebt sich aber der Fruchtkörper frei über die Oberfläche seines Substrates: keulenförmig oder korallenartig verzweigt (Clavarieen), oder in Gestalt eines gestielten oder sitzenden, allseitig oder nur halbseitig ausgebildeten Schirmes, des sogenannten „Hutes", welcher der ganzen Gruppe auch den Namen der Hutpilze gegeben hat und das Hymenium auf seiner Unterfläche trägt (Fig. 111—113). Bei fester, lederiger bis holziger Beschaffenheit dauert der Fruchtkörper oft viele Jahre aus und zeigt periodenweisen Zuwachs.

Fig. 110.

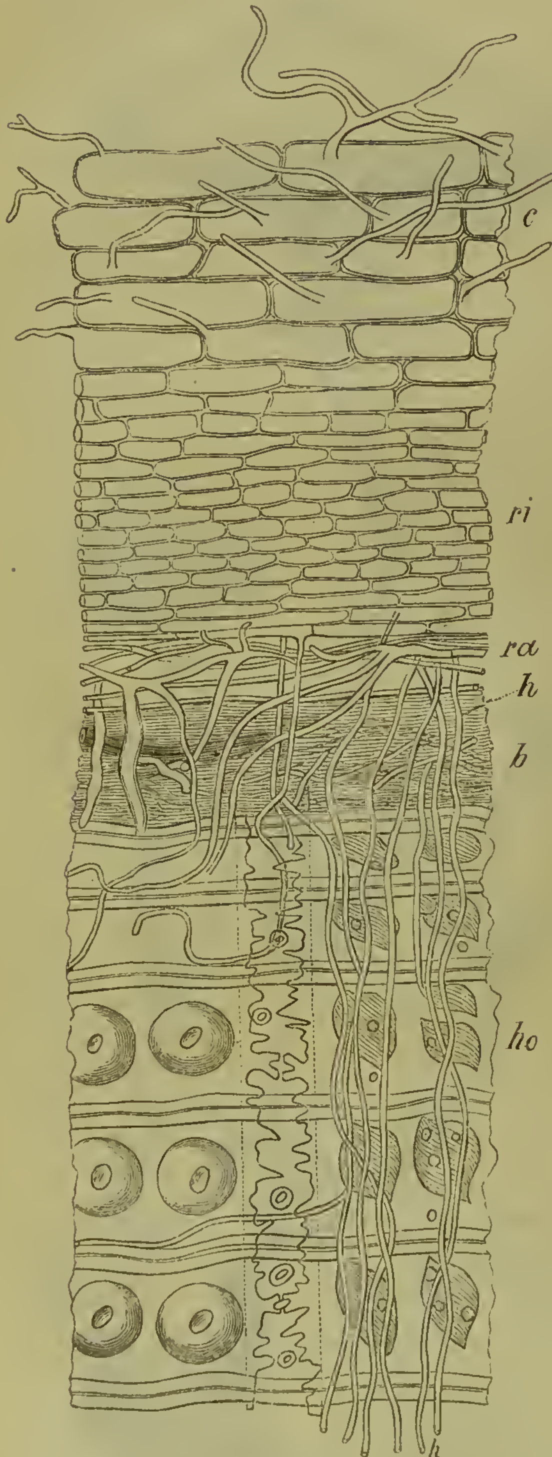


Fig. 110. Agaricus melleus L. Radialschnitt aus dem Holze einer erkrankten, aber noch lebenden Kiefer an einer Stelle, an welcher erst seit einigen Tagen das Mycelium (Rhizomorpha) sich in den Bast eingedrängt hat, dessen verschrumpfte Reste sammt dem getödteten Cambium bei *b* liegen. *c* ist das Mark, *ri* die Rinde des hier nur im halben Längsschnitte gezeichneten Mycelstranges, von dessen Oberfläche (*ra*) die den Bast durchwachsenden, bei *ho* einen Markstrahl des Holzes durchziehenden Hyphen *h* entspringen. Nach Hartig. Vergr. 360.

der sich auf der Oberfläche durch Auftreten wulstiger Zonen (Fig. 112 A, 113), im Hymenium durch Schichtung desselben (Fig. 112 B) zu erkennen giebt. Gegenüber einer grossen Anzahl „nackter oder gymnocarper“ Hymenomyceten zeigen ferner die Fruchtkörper der „beschleierten oder angiocarpen“ Formen noch Hautanhänge, die als Schleier (involucrum, velum) bezeichnet werden und entweder anfangs den ganzen jungen Fruchtkörper überziehen (velum universale, volva), oder sich vorzüglich nur zwischen Hutrand und Stiel ausbreiten (velum partiale — Fig. 111 *b*—*d*), jedenfalls mit der letzten Entfaltung des Fruchtkörpers zerreissen und auf

Fig. 111.



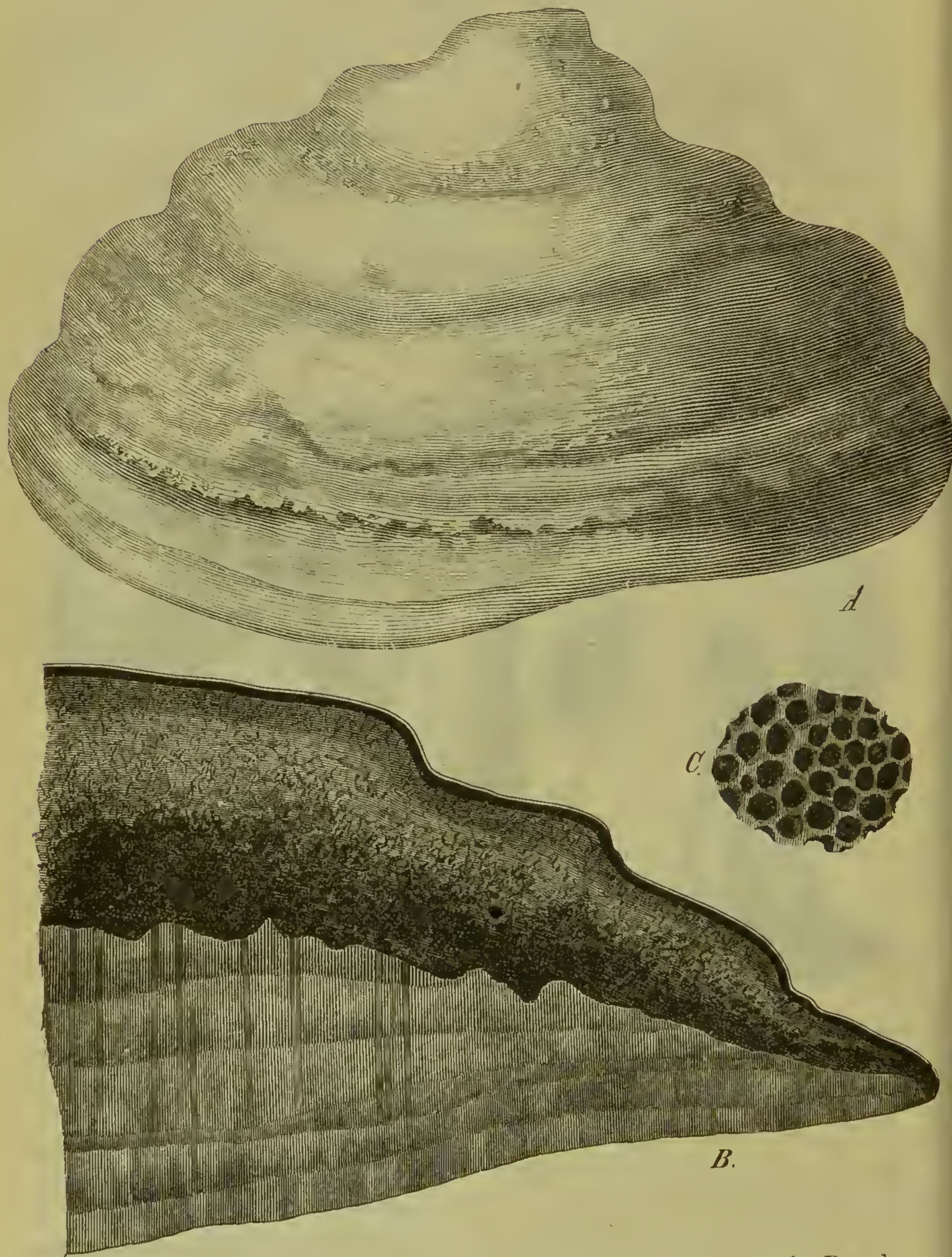
der Hutoberfläche, am Rande des Hutes (als Vorhang, cortina) oder am Stiele (als Ring, annulus — Fig. 111 *d*, *e*) als oft sehr vergängliche Hautgebilde sitzen bleiben.

453. Der anatomische Bau der Fruchtkörper stimmt bei sämmtlichen Hymenomyceten in den Grundzügen überein. Sie sind aus dicht verflochtenen Hyphen zusammengesetzt, welche bestimmten Verlauf zeigen, im erwachsenen Zustande der Fruchtkörper entweder noch deutlich von einander

Fig. 111. Agaricus campestris L. Verschiedene Entwickelungsstadien des Pilzes in natürl. Gr.: *a* Hut und Stiel eben auch äusserlich differenzirt; *b* ein etwas älterer Fruchtkörper im Längsschnitte, die Lamellen der Hutunterseite angelegt; *c* noch älteres Exemplar, ganz und halbirt, die Lamellen schon weit entwickelt, aber noch von der Volva bedeckt; *d* ein Pilz halb von unten gesehen, die Volva bereits zerreissend; *e* reifer Fruchtkörper.

unterscheidbar und trennbar sind, dem ganzen Körper daher faserige Structur verleihen (Fig. 115, 116), oder welche sich so in einander schieben und ihre

Fig. 112.



kurzen Zellen durch gegenseitigen Druck abflachen, dass sie ein Pseudoparenchym bilden (Fig. 119, 120). Die nicht fruchttragende Oberfläche wird

Fig. 112. Polyporus fomentarius Fr. A Ganzer (kleiner) Fruchtkörper von vorne und oben gesehen; etwas verkleinert. B Fruchtkörper im senkrechten Durchschnitte. C Ein kleines Stückchen der Unterfläche des Hutes, stark vergrössert.

Fig. 113.

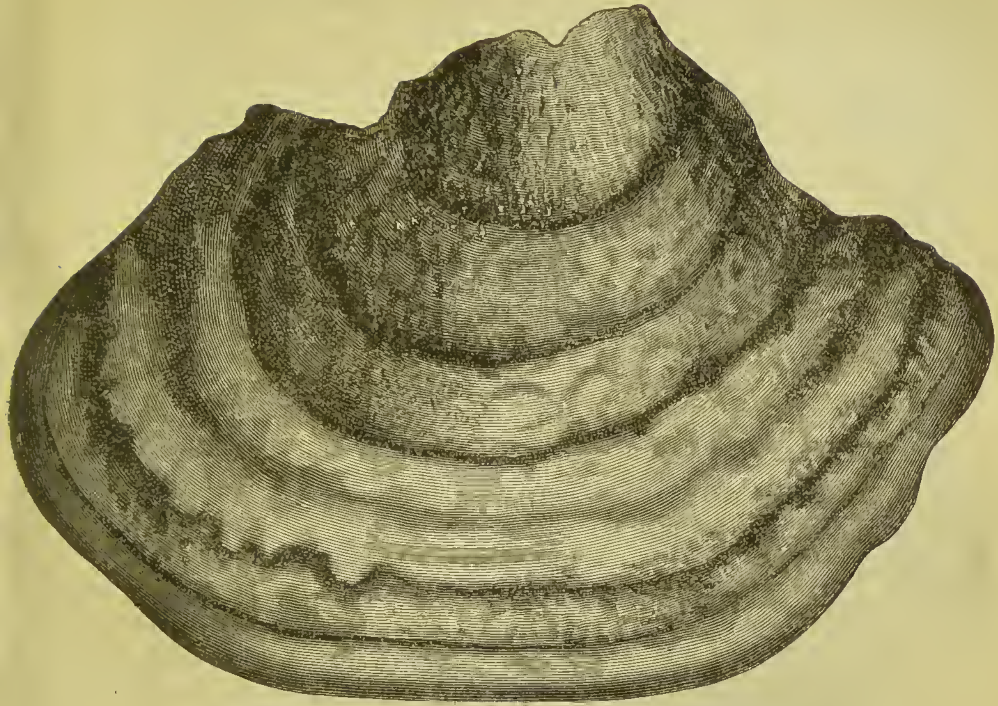


Fig. 115.



Fig. 114.

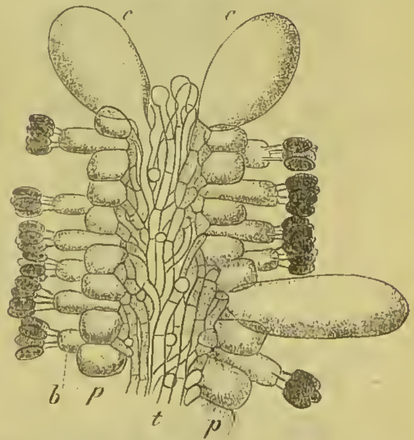


Fig. 113. Polyporus igniarius Fr. Aelterer Fruchtkörper in halber natürl. Gr. von oben gesehen.

Fig. 114. Coprinus stercorarius Fr. Längsschnitt durch das Ende einer Lamelle nach vollendeter Sporenbildung. *t* Trama. *p* Sterile Pallisaden. *b* Basidien mit ihren Sporen. *c* Cystiden. Nach Brefeld. Vergr. 300.

Fig. 115. Polyporus igniarius Fr. Querschnitt aus der Unterfläche des Pilzes. *h* Das die Wände zwischen den Röhren bildende Hyphengeflecht. *s* Das die Röhren auskleidende Hymenium. Vergr. 270.

in der Regel von einer Rinde überzogen, welche sich von dem unter ihr liegenden Marke durch Bau, Grösse und Festigkeit oder auch durch andere Anordnung ihrer Elemente unterscheidet und oft noch mit Haaren (einzelnen freien Hyphen) oder Stacheln, Schuppen (Hyphenbündeln) etc. besetzt ist. Lange, wurzelhaarähnliche Hyphen, welche häufig von der Basis des Fruchtkörpers entspringen und diesen mit dem Substrate in weitere Verbindung setzen, werden als Rhizoiden oder auch als secundäres Mycelium bezeichnet (Fig. 118 H, *r*). Das Hymenium oder Fruchtlager erscheint bei den hautartig ausgebreiteten Auricularineen und den keuligen oder strauchig verzweigten Clavarieen als ein glatter, hautartiger Ueberzug der ebenen oder fast ebenen Oberfläche der Fruchtkörper, während es bei den übrigen Familien bestimmte Vorsprünge (Lamellen, Stacheln, Warzen, Röhren) überzieht, deren inneres, meist deutlich fädiges Hyphengeflecht auch hier als Trama (§ 448) von dem Hymenium unterschieden wird (Fig. 114 *t*, 115 u. 116 *h*). Von den bogig gegen die Oberfläche verlaufenden Tramahyphen entspringen als letzte Aeste, resp. als Endzellen die Elemente des eigentlichen Hymeniums: keulige bis cylindrische Basidien, welche auf 2 oder 4 Sterigmen die Basidiosporen abschnüren (Fig. 114—116, *b*) — plasmaärmere, oft wasserhelle, den Basidien ähnliche, aber sterile Paraphysen oder Pallisaden (Fig. 114 *p*) — und vereinzelt als metamorphosirte Pallisaden grosse, blasige (Fig. 114 *c*) oder durch andere eigenthümliche Form (Fig. 116 *d*) ausgezeichnete Cystiden (früher irrthümlich als männliche Organe betrachtet).

454. Die vollständige Entwickelungsgeschichte des Hymenomyceten-Fruchtkörpers ist erst in wenigen Fällen bekannt. Geschlechtszellen werden auf dem Mycelium nicht gebildet. Die bei einzelnen Arten (z. B. Coprinus lagopus — Fig. 117)

Fig. 116.

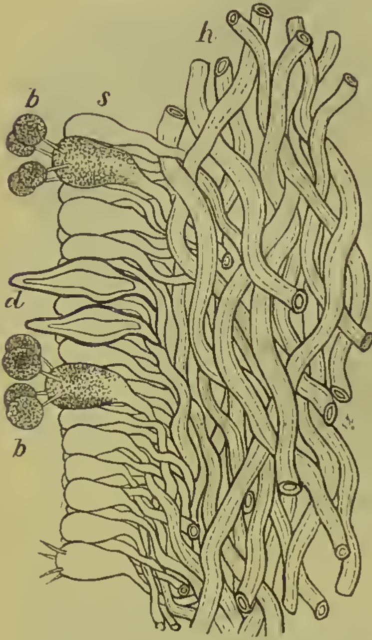


Fig. 117.



Fig. 116. Polyporus igniarius Fr. Ein kleines Stück aus einem Längsschnitte der Hutunterfläche. *h* und *s* wie in Fig. 115. *b* Zwei Basidien mit ihren Sporen. *d* Cystiden. Vergr. 600. — Fig. 117. Coprinus lagopus Fr. *a* Stäbchenträger auf einem Stücke des Myceliums *m*. *b* Stäbchen, zerfallen und noch zu zweien verbunden. *c* Einzelne Stäbchen. Vergr. von *a* und *b* 400; *c* 600. Nach Brefeld.

bekannten und wohl als männliche Organe gedeuteten Stäbchenträger, welche -cylindrische, ein- oder zweizellige (für Spermatien gehaltene)

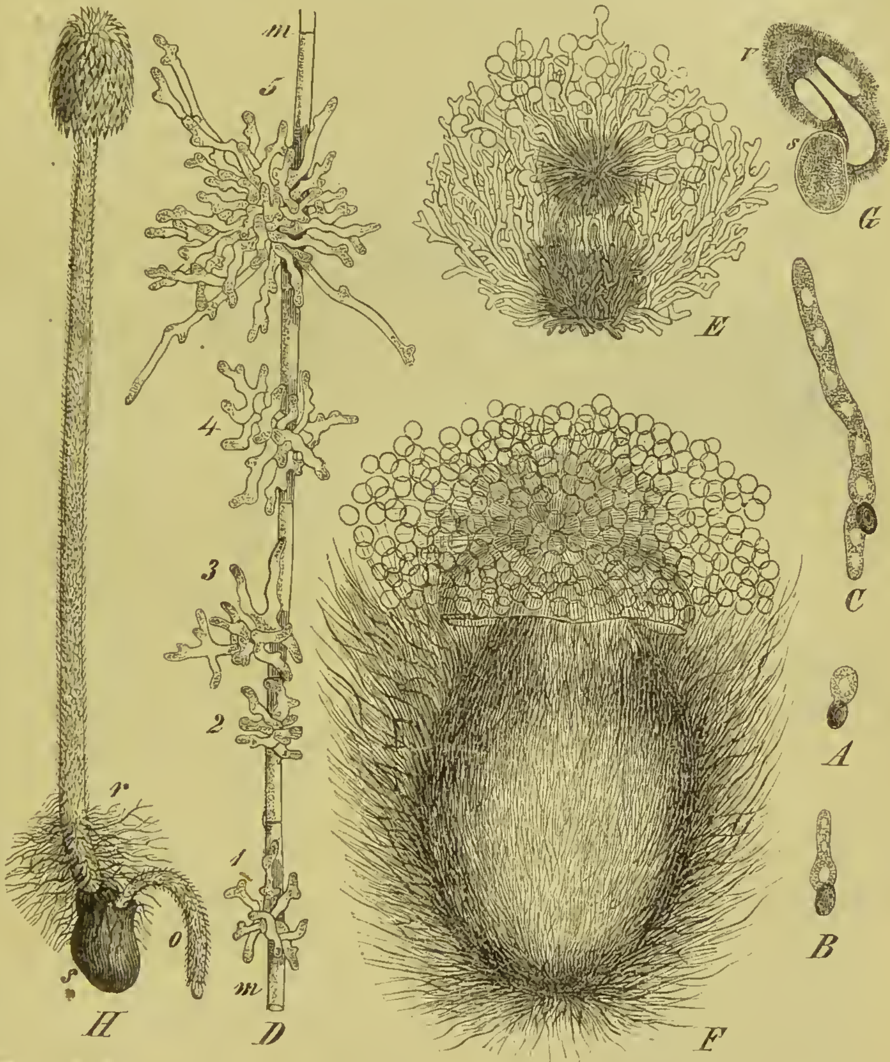


Fig. 118. Coprinus stercorarius Fr. Nach Brefeld. A Keimende Spore. B und C Keimende Sporen etwas weiter entwickelt. D Stück eines Myceliums (*m*) mit fünf jungen Fruchtanlagen: 1 und 2 die jüngste Entwickelungsstufe, 3 etwas älter, 4 noch älter und 5 der am weitesten vorgeschrittene Fruchtkörper, welcher jedoch noch keine innere Differenzirung seiner Hyphensprosse zeigt. E Eine junge Frucht im weiteren Entwickelungsstadium: im Inneren treten die Anlagen des Stieles und Hutes bereits als dichteres Hyphengeflecht auf, umgeben von der lockeren Hyphenmasse der Volva, deren zum Hute gehöriger Theil sich durch blasige Anschwellung der Endzellen auszeichnet. F Eine noch weiter vorgeschrittene Fruchtanlage, aus der Stiel und Hut des jungen Pilzes schon schärfer hervortreten; die Volva des Hutes ist hier bereits fast ganz in blasige Zellen zerfallen. G Längsschnitt durch ein keimendes Sclerotium (*s*), in welchem der junge, noch von seiner Volva (*v*) umgebene Fruchtkörper halbirt wurde. H Erwachsener Pilz, der in der letzten Streckung des Stieles und in der Aufspannung des Hutes begriffen ist: *s* das Sclerotium, *r* Rhizoiden des unteren Stielendes, *o* eine nicht zur Entwickelung gelangte zweite Fruchtanlage. Vergr. A—C 300, D 200, E 120, F 50, G und H natürliche Grösse.

Stäbchen (Fig. 117 *b* und *c*) abschnüren, sind rudimentäre Organe: die bei den Hymenomyceten zum letzten Male auftretenden Conidienträger, deren Conidien jedoch nicht mehr keimfähig sind. — Bei Hymenomyceten mit strangartigem Mycelium (z. B. dem Agaricus melleus — Fig. 109) gleicht die junge Fruchtkörperanlage zunächst ganz einem gewöhnlichen, sterilen Mycelaste. Ist dagegen das Mycelium ein schimmelartig-fädiges (z. B. bei Coprinus — wegen vollständiger Kenntniss der Entwickelungsgeschichte hier als Beispiel gewählt), so entstehen an einzelnen seiner Zellen kurze, sehr plasmareiche Sprosse, die sich reichlich verzweigen und bald je ein kleines, sich dicht verflechtendes Hyphenknäuel bilden (Fig. 118 D), das sich rasch vergrössert und in welchem nach kurzer Zeit durch stärkere Hyphenverzweigung unter seitlicher Berührung der Fäden und Dehnung der Zellen ein pseudoparenchymatischer Kern gebildet wird: die von einer lockeren, aber mit dem Fruchtkörper in organischer Verbindung stehenden Hyphenhülle (velum universale, volva) umgebene Fruchtkörperanlage (Fig. 118 E). Von dieser erscheint zuerst der Stiel (Strunk), dessen an der Spitze gelegene Hyphen unter reicher Verzweigung radiär nach aussen wachsen und so die junge Hutanlage bilden, deren Hyphen bald nach unten umbiegen, so dass der Hut schirm- oder glockenartige Gestalt erhält (Fig. 118 F, 119),

Fig. 119.

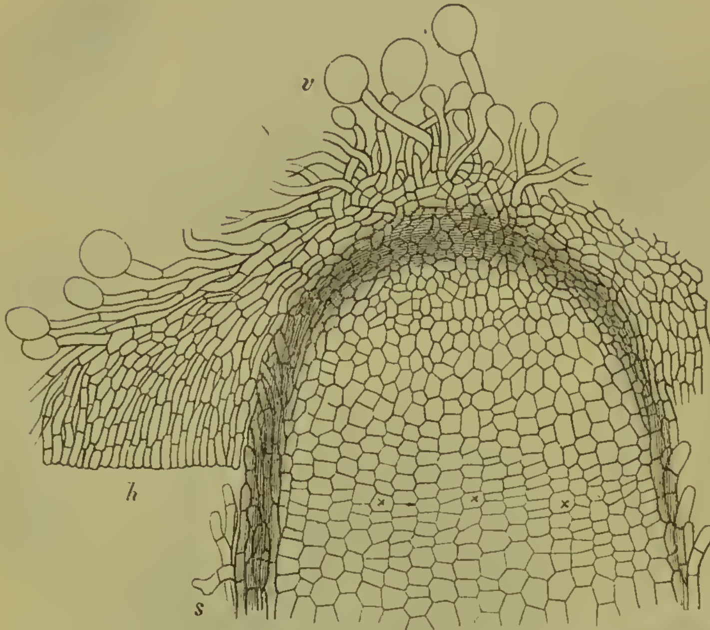


Fig. 120.

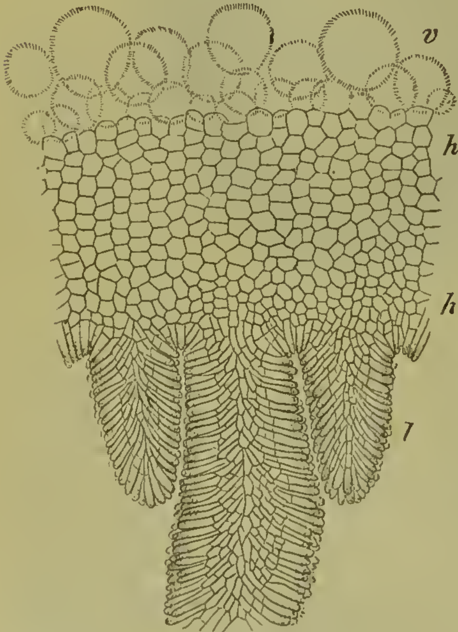


Fig. 119. Coprinus stercorarius Fr. Längsschnitt aus dem oberen Theile eines jungen Fruchtkörpers, an welchem der Hut mit seiner wachsenden Randzone bereits umgewendet ist. *s* Stiel. *h* Hut. *v* Die inneren Hyphen der Volva. ***Theilungszone im Stiele. Vergr. 300. Nach Brefeld. — Fig. 120. Coprinus stercorarius Fr. Stückchen eines Querschnittes durch den Hut. *v* Die blasigen Zellen der Hutvolva; *h* äussere Hutwand; *h′* innere Hutwand, von welcher die Lamellen *l* entspringen. Vergr. 200. Nach Brefeld.

während er von dem unterhalb der Hutanlage (Fig. 119 ***) am lebhaftesten wachsenden Stiele langsam emporgetragen wird. Obgleich der Stiel zuerst angelegt wird, erfährt doch der Hut später eine raschere Förderung seines Wachsthums, so dass er, anfänglich ein kleines Köpfchen (Fig. 109, 111, 118 E u. F), bald den Stiel bedeutend überwächst (Fig. 118 G). Auf seiner Unterfläche sprossen dann durch weiteres gefördertes Wachsthum einzelner Hyphengruppen die für die Anlage des Hymeniums bestimmten Vorsprünge hervor (Fig. 120), in denen alle Hyphen, mögen sie Basidien, Pallisaden oder Cystiden erzeugen oder nur die Trama bilden, gleichen genetischen Ursprunges sind. Da der Hut selbst aus Hyphenelementen gleicher Art und gleichen Ursprunges aufgebaut ist, die den Hut erzeugende Stielanlage als erstes Differenzirungsproduct aus den an einem Mycelfaden vegetativ in gleicher Art und gleicher Form entstandenen Hyphensprossen hervorging, so ist im ganzen Entwickelungsgange des Fruchtkörpers an keiner Stelle das Auftreten geschlechtlich differenter Elemente constatirbar.

455. Bei dem bis jetzt geschilderten Coprinus wird die Volva schliesslich ganz in ihre Elemente aufgelöst und von Hut und Stiel leicht verweht, wenn mit der letzten Streckung des Stieles und der Aufspannung des Hutes der Fruchtkörper gereift und zur Ausstreuung der Sporen befähigt ist. Bei anderen angiocarpen Hymenomyceten wird die Volva nur zerrissen und ihre Theile bleiben als die im § 452 genannten Gebilde an Hut und Stiel sitzen. Bei nur mit velum partiale versehenen Formen, wie dem schon genannten Agaricus melleus, wird der Schleier in der Weise gebildet, dass an dem jungen Fruchtkörper Hyphen des abwärts wachsenden Hutrandes mit aus dem Stiele hervorsprossenden sich verflechten (vgl. auch Fig. 111 *b*, *c*).

456. Manche Hymenomyceten bilden aus Mycelsprossen, wie sie für die Bildung des Fruchtkörpers dienen, ein Sclerotium (§ 423), dessen Gewebe sich in Rinde und Mark differenzirt, das trocken ohne Verlust seiner weiteren Entwickelungsfähigkeit ruhen kann (Dauermycelium) und unter geeigneten Lebensverhältnissen aus jeder beliebigen oberflächlich gelegenen Zelle einen Fruchtkörper durch einen der mycelialen Sprossung ganz gleichen Vorgang erzeugt, so dass oft zahlreiche Fruchtanlagen auf ihm entstehen, von denen jedoch gewöhnlich nur eine zur völligen Ausbildung kommt (Fig. 118 G, H). In Nährstofflösung gebracht, entwickeln die Sclerotien oder deren Stücke fruchtbare Mycelien; dasselbe erreicht man bei jungen Fruchtkörpern, so lange die Sporenbildung noch nicht eingetreten ist. — An im Dunkel gezogenen Fruchtkörpern vergeilt der Stiel unter eigener abnormer Verlängerung und unter Verkümmerung des Hutes. Häufig erzeugen dann Adventivsprosse des Stieles neue, kleinere Fruchtkörper, die in gleicher Weise sich verhalten und abermals noch kleinere Fruchtkörper entwickeln. (Lichtentwickelung § 232.)

Man unterscheidet 5 Familien der Hymenomyceten.

457. (Fam. 30.) Clavariei (Keulenschwämme). Fruchtkörper aufrecht, einfach stiel- oder keulenförmig oder strauchartig (corallenartig) verästelt, fleischig, selten knorpelig-gallert-artig (Calocera), das Hymenium auf der glatten, höchstens runzeligen oder undeutlich warzigen Oberfläche des oberen Theiles oder der Aeste ringsum entwickelt. Meistens auf humosem Boden wachsend.

Coryne: Fruchtkörper einfach keulenförmig (auch als Untergattung von Clavaria betrachtet). C. pistillaris, Ligula u. A. in Wäldern. — Clavaria: Fruchtkörper corallenartig verzweigt, mit rundlichen Aesten. C. Botrytis (Hirschschwamm, Ziegenbart), flava, coralloides u. A. sind essbar. — Sparassis: Aeste blattartig-flach, kraus. S. crispa, von der Grösse eines Kohlkopfes, essbar.

458. (Fam. 31.) Telephoreï (Auricularini, Rindenschwämme). Fruchtkörper häutig, wachsartig oder lederig, selten (Auricularia) gallertartig, bald mehr oder weniger verflacht und krustenförmig dem Substrate aufgewachsen, bald becher- bis muschelförmig oder auch trichterig oder trompetenartig-hutförmig und gestielt. In den ersteren Fällen bekleidet das Hymenium die gesammte Oberfläche, in letztem Falle die Unterfläche als ein gleichmässig glatter, höchstens runzeliger oder kleinwarziger Ueberzug. In einzelnen Fällen (Exobasidium, Corticium, Hypochnus) ist der Fruchtkörper mehr oder weniger auf das Hymenium reducirt. Meistens auf Holz und Rinde lebend.

Corticium: Fruchtkörper krustenförmig, lederartig, flach oder napfförmig. C. amorphum auf der Rinde von Nadelhölzern, C. quercinum auf faulen Aesten der Eiche häufig. — Stereum: Fruchtkörper hutförmig, halbseitig, meist stiellos, das Hymenium auf der Unterseite, durch eine faserige Zwischenschicht von der übrigen Hutsubstanz getrennt. S. hirsutum an faulen Stämmen, aber auch den lebenden Laubholzbäumen als Parasit gefährlich. — Telephora: Keine besondere Zwischenschicht zwischen Hymenium und Hut. T. terrestris in Nadelwäldern. T. Perdix, schädlicher Parasit auf Eichen. — Craterellus: Fruchtkörper trichterförmig oder keulig. C. cornucopioides, braunschwarz, mit hohlem Stiele; in Wäldern. — Exobasidium: Ohne eigentlichen Fruchtkörper, das Mycelium parasitisch im Gewebe lebender Pflanzen, direct ein schimmelartiges Hymenium erzeugend. E. Vaccinii schmarotzt in Stengeln und Blättern von Vaccinium Vitis Idaea und V. Myrtillus und verursacht Anschwellung derselben. E. Lauri erzeugt die früher als Luftwurzeln betrachteten, clavariaähnlichen Missbildungen auf Laurus canariensis der canarischen Inseln.

459. (Fam. 32.) Hydneï (Stachelschwämme). Das Hymenium bekleidet stachel-, zapfen-, warzen- oder kammartige Vorsprünge des Fruchtkörpers. Letzterer ist krustenartig ausgebreitet, oder schirm- oder hutförmig und dann meistens gestielt, selten strauchig verzweigt. Basidien zuweilen nur einsporig. Auf Holz und Erde wachsend.

Hydnum: Fruchtkörper mit dornförmigen Vorragungen für das Hymenium. H. imbricatum (Habichtschwamm) und H. repandum (Stoppelschwamm) essbar, beide mit Hut. H. coralloides ohne Hut, ästig; essbar. H. diversidens schädlicher Parasit auf der Eiche. — Sistostrema. Irpex.

460. (Fam. 33.) Polyporeï (Löcher- oder Röhrenschwämme). Das Hymenium bekleidet getrennte oder zu einer festen Schicht vereinigte Röhren (Fig. 112, 115), wabenartige Vertiefungen oder labyrinthisch gewundene Gänge des selten auf die Fruchtschicht reducirten (Solenia), sonst krustenartigen oder hut-, schirm- oder hufförmigen, sitzenden oder gestielten, fleischigen, korkigen, lederigen oder holzigen Fruchtkörpers. An Holz und Rinde (meist parasitisch) oder auf der Erde lebende, meist grössere bis sehr grosse Schwämme.

Polyporus: Fruchtkörper lederig, korkartig oder holzig, consolenartig und ungestielt, oder mit Hut, der bald in der Mitte, bald mit dem Rande einem Stiele angeheftet ist. Röhrenschicht durch andere Structur und meist auch andere Färbung von der Hutsubstanz verschieden. P. fulvus, P. borealis, P. vaporarius und P. mollis erzeugen bei Nadelhölzern, P. sulphureus, P. dryadeus und P. igniarius bei der Eiche und anderen Laubhölzern Zersetzung des Holzes, die als Roth-, Weiss-, Grünfäule etc. bezeichnet werden, sind daher der Forstcultur sehr schädlich. P. officinalis Fr. Officinell (Fungus Laricis — enthält ein Harz, dessen Hauptbestandtheil Laricin ist), an Lärchenstämmen in den Alpen, Russland, Sibirien. P. fomentarius Fr., officinell (Fungus igniarius, Feuerschwamm). P. suaveolens (Weidenschwamm), obsolet. — Trametes: Röhrenschicht des Hutes mit diesem von gleicher Farbe und Structur. T. radiciperda ist auf der Wurzel und T. Pini am Stamme von Nadelhölzern ein gefährlicher, Zersetzung des Holzes wie die genannten Polyporus-Arten hervorrufender Parasit. — Daedalea: Fruchtkörper hufförmig, korkig, mit labyrinthisch gewundenen Hymenialgängen. D. quercina. — Merulius: Fruchtkörper kuchenförmig, fleischig, auf der Oberseite mit gefaltetem Hymenium. M. lacrymans, der Hausschwamm, durch die von ihm verursachte Zerstörung des Holzes berüchtigt; wird am besten durch Tränken des Holzes mit Petroleum vertrieben. — Boletus: Fruchtkörper mit central gestieltem Hute, fleischig, auf der Unterseite mit zahlreichen Röhren. B. edulis (Steinpilz), B. scaber (Kapuzinerpilz), B. ovinus (Schafeuter), B. umbellatus (Eichhase), B. confluens (Semmelpilz) u. A. sind essbar und zum Theil als Deli-

catesse geschätzt. B. satanas (Satanspilz), B. pachypus (Dickfuss), B. luridus (Hexenpilz) u. s. w. giftig.

461. (Fam. 34.) Agaricini (Blätterschwämme). Das Hymenium bekleidet auf der Unterseite eines schirm- oder hutförmigen, meist gestielten, fleischigen, seltener lederigen Fruchtkörpers strahlig gestellte, blatt- oder leistenförmige (messerförmige), meist ganz freie und einfache, seltener gabelig getheilte oder netzig anastomosirende Lamellen, deren freier Rand als Schneide, deren am Hutrande befindliches Ende als vorderes, das dem Stiele zugekehrte als hinteres bezeichnet wird (Fig. 109, 111). Für die systematische Bestimmung der zahlreichen (Agaricus allein mit ca. 1200 europäischen Arten), in der Regel auf der Erde wachsenden Formen sind Beschaffenheit einer etwa vorhandenen Volva, Farbe der Sporen etc. wichtig. Man unterscheidet folgende Gattungen:

I. Fruchtkörper lederig oder korkig, dauerhaft.
  A. Hut stiellos, oder seitlich (selten central) gestielt, der Stiel mit dem Hute von gleicher Beschaffenheit.
    1. Lamellen einfach, oder am hinteren Ende netzig anastomosirend, lederig, mit ganzer Schneide: Lenzites.
    2. Lamellen nicht oder nur vereinzelt anastomosirend.
      a. Lamellen mit der Länge nach gespaltener, an den Rändern umgerollter Schneide: Schizophyllum.
      b. Lamellen häutig, mit gesägter oder gezähnter Schneide: Lentinus.
      c. Lamellen häutig, faltenförmig, mit krauser Schneide: Trogia.
      d. Lamellen lederig, mit scharfer, ganzrandiger Schneide: Panus.
  B. Hut central gestielt, der Stiel knorpelig oder hornig und dadurch vom Hute verschieden. Lamellen häutig, trocken, mit ganzer, scharfer Schneide: Marasmius.
II. Fruchtkörper fleischig bis häutig, schnell vergänglich.
  A. Lamellen niedrig, dick, mit stumpfer Schneide.
    1. Lamellen fleischig-wachsartig, gabelig-ästig, am Stiele herablaufend: Cantharellus.
    2. Lamellen fleischig, saftig, dem Stiele angewachsen, aber nicht herablaufend: Nyctalis.
  B. Lamellen dünn, blattartig, mit scharfer Schneide.
    1. Lamellen feucht, schmierig, eine durch die Sporen rostfarbene Flüssigkeit abtropfen lassend. Hut nicht zerfliessend: Bolbitius.
    2. Lamellen und auch der Hut in eine durch die Sporen schwarz gefärbte, tintenartige Flüssigkeit zerfliessend: Coprinus.
    3. Lamellen nicht zerfliessend.
      a. Lamellen und oft auch der ganze Fruchtkörper mit Milchsaft: Lactarius.
      b. Ohne Milchsaft.
        * Hut mit einer spinnewebartigen Hülle: Cortinarius.
        ** Hülle, wenn vorhanden, nicht spinnewebartig.
          α. Lamellen sich leicht vom Hute lösend: Paxillus.
          β. Lamellen mit dem Hute fest verbunden.
            0 Lamellen steif, zerbrechlich, saftlos: Russula.
            00 Lamellen fast wachsartig, saftreich. Sporen kugelig: Hygrophorus.
            000 Lamellen zäh-gallertartig. Sporen spindelförmig: Gomphidius.
            0000 Lamellen häutig, weich, leicht spaltbar: Agaricus.

462. Marasmius oreades und M. scorodonius sind essbar und als Suppengewürz beliebt. — Cantharellus cibarius (Eierschwamm) essbar. C. aurantiacus verdächtig, nach einigen Angaben sogar giftig. — Russula alutacea, integra, vesca, depallens, lactea, cyanoxantha, lepida und virescens sind essbar, R. emetica (Speiteufel), rubra, furcata u. a. giftig. — Lactarius deliciosus (Reizker), subdulcis (Süssling) und volemus (Brätling) werden gegessen; L. pyrogalus (Brennreizker), turpis (Mordschwamm), torminosus (Gift- oder Birkenreizker) sind giftig, andere Arten verdächtig. — Hygrophorus virgineus (Jungfernschwamm), pratensis (Wiesenschwamm), penarius und eburneus (Elfenbeinschwamm) sind essbar. — Paxillus involutus, essbar. — Cortinarius collinitus u. a. A. essbar. — Agaricus campestris (Champignon), pratensis (Wiesenschwamm), arvensis (Schafchampignon), sylvaticus (Waldchampignon), mutabilis (Stockschwamm), prunulus (Mousseron), Orcella, bombycinus (Seidenschwamm), ostreatus (Austernpilz, Drehling), esculentus (Nagelschwamm, Krösling), odorus (Anisschwamm), graveolens

(Maiechwamm, Musseron), gambosus (Pomonaschwamm), Columbotta, Russula, melleus (Hallimasch), dolicatus, procerus (Parasolschwamm), caesareus (Kaisorling) u. a. A. sind essbar und zum Theil sehr beliebte Speiseschwämmo; giftig sind u. a. A. fascicularis (Schwefelkopf), crustuliniformis, rimosus, rubeeceus (Porlenschwamm, grauer Fliegenschwamm), muscarius (Fliegenpilz), excelsus, Mappa, phalloides, virosus, pantheriuus (Pantherschwamm). Der essbare Hallimasch, A. mellous, verursacht eine unter den Namen „Erdkrebs, Harzsticken, Harzüberfülle, Wurzelfäule" u. s. w. bekannte Krankheit der Nadelbäume, vorzüglich der Kiefern, bei welcher diese völlig absterben. Hervorgerufeu wird dieselbe durch das iu dicken schwarzen Sträugen und Bändern unter der Rinde (besonders der Wurzeln) wuchernde Mycelium, das früher ale Rhizomorpha fragilis, subterrauea etc. beschrieben wurde und welches die auf seinem Wege liegenden Gewebe (Cambium, Bast, zum Theil auch das Holz), zerstört (Fig. 109, 110). Da das Mycolium sich durch deu Boden von Baum zu Baum verhreitet, ist die Krankheit austeckend und um so gefährlicher.

Fossile Thallophyten.

463. Was die Entwickeluug der Thallophyten in früheren Perioden der Erdgeschichte betrifft, so kennt man dioselbe nur sehr fragmentarisch. Wir dürfen anuehmeu, dass sie den Anfang des vegetabilischen Lebens auf der Erdoborfläche machten, da sie uns in deu ältesten, Pflanzenroste führenden Schichteu (Silur) allein entgegentreten und die Entwickelungsgeschichte überhaupt diese einfachen Formeu als Erstliuge verlaugt. Indessen ist ja dio Körperbeschaffenheit der meieten Thallophyten nicht von der Art, dass sio uns in so gutem Zustande, wie viele höhere Pflanzen, erhalten bleiben konnteu und viele, uameutlich als Algeu noch jetzt beschriebene Reste dürfteu, wie mauche ihrer früheren Genossen, späterhiu als auorgauische Gebilde erkannt werden.

Von Pilzen werden im Ganzen circa 18 (meist mit lebenden ideutische) Gattuugen mit 87 Arten beschrieben, dio fast sämmtlich dem Tertiär angehören und unter denen die angehlichen Pyrenomyceten mit 69 Arten vertroten sind. Am häufigsten sind die als Sphaeria bezeichneten (34) Formen. Vou Hymeuomyceten kenut man nur 4 Formen der Gattungeu Hydnum, Polyporus und Leuzites.

Flechten kommen im Bernstein und in der Brauukohle im Ganzen in 10 noch lebenden, meistens den Strauchflechten angehörenden Gattuugen vor.

Am grössten ist die Zahl der beschriobenen fossilen, aber oft sehr zweifelhaften Algen (54 Gattungen mit 254 Arten), die meistens den Floridoen und Fucaceen zugerechnet werden. Don Conferven ähnliche Formen kommen am häufigsten im Tertiär vor. Caulerpitos fiudet sich vom Silur bie Eoceu, Caulerpa im Tortiär. Delesseria tritt besonders reich im Eocen auf; die Gattungen Chondrites und Sphaerococcites werden in der Trias, Cystoseira, Sargassum und Fucus im Tertiär, Fucoides in vorcarbonischen Schichten gefunden. Von Chara werden 40 Arten vom Muschelkalk ab durch die jüngeren Formationeu unterschieden.

II. Gruppe. Muscineae. Moose.

464. Die Muscineen unterscheiden sich von den Thallophyten zunächst dadurch, dass nur bei den niedersten Formen (Anthoceroten, Fig. 122) der Körper noch ein Thallom ohne Blätter ist, während er sich sonst allgemein in Stämmchen und Blätter gliedert. Den Uebergang von den thallösen oder frondosen Formen zu den beblätterten (foliosen) machen solche Lebermoose, deren flacher und thallusartig ausgebreiteter Stamm auf seiner Unterseite sehr wenig entwickelte, schuppenartige Blätter, die Amphigastrien, trägt (Fig. 121, 126, 127). In der Gewebebildung stehen die Muscineen zwar auch höher als die Thallophyten, doch fehlen ihnen noch die echten Fibrovasalstränge. Statt dieser finden sich im Stämmchen, namentlich der Laubmoose, strangartige Zellenbündel, welche in ihrer Structur grosse Aehnlichkeit mit dem Cambiform der Gefässpflanzen zeigen (§§ 98, 111) und die auch Auszweigungen (Blattspurstränge) in den sogenannten Mittelnerven der Laub-

moosblätter abgeben. Eine eigentliche Oberhaut mit Spaltöffnungen besitzen die Marchantieen; bei den übrigen Muscineen ist eine Oberhaut in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes oft nicht vorhanden. Wurzeln fehlen immer; ihre Stelle wird durch meist zahlreiche Haare (Rhizoiden) vertreten.

465. Die ungeschlechtliche Vermehrung der Muscineen geschieht in mehrfacher Weise. Einmal stirbt das in der Regel vielfach verzweigte Stämmchen von hinten (unten) her allmählich ab, seine Verzweigungen, die sich bald bewurzeln, werden isolirt und zu selbständig vegetirenden Pflänzchen. Ferner kann aus jedem Wurzelhaare unter geeigneten Verhältnissen ein Vorkeim sich entwickeln, der durch Knospung neue Pflanzen bildet (Laubmoose). Ebenso werden oft von Blättern Vorkeime erzeugt (Laubmoose) und selbst feucht gehaltene Früchte lassen bei Laubmoosen aus Seta und Kapsel Vorkeimfäden entspringen. Viele Moose pflanzen sich dann durch Brutknospen fort, welche auf dem thallusartigen Stamme (Marchantieen), oder an den Blättern (Jungermannieen), oder in den Blattachseln oder auf der Stengelspitze (viele Laubmoose) als metamorphosirte Trichome entstehen und oft von besonderen Hüllen (Brutbechern etc.) umgeben sind. Brutknollen entstehen als gestielte Zellenkörper an den Vorkeimen.

Die geschlechtliche Fortpflanzung wird stets durch Antheridien und Archegonien vermittelt. Die ersteren sind gestielte oder ungestielte, sackartige Behälter, welche mit ihrer aus nur einer Zellenlage gebildeten Wand das Mutterzellgewebe der Spermatozoiden umschliessen: zahlreiche kleine, fast kubische Zellen, die jede einen schraubig gewundenen, am Hinterende etwas verdickten Samenkörper mit zwei langen, am Vorderende sitzenden Wimpern aus ihrem Plasma erzeugen. Bei der Reife der Antheridien wird die ganze Masse der sich abrundenden Spermatozoiden-Mutterzellen durch einen im Scheitel des Antheridiums entstehenden Riss ausgestossen; die Samenkörper werden durch Lösung der Mutterzellmembranen frei.

466. Die Archegonien sind sehr kurz gestielte, flaschenförmige Organe mit dickem Bauche und langem, bei den Lebermoosen oft gekrümmtem Halse, welcher aus einer axilen und 5—6 peripherischen Zellenreihen gebildet wird. Zum Zwecke der Befruchtung wird die axile Reihe (Canalzellen) aufgelöst, der Hals an seiner Spitze durch Auseinanderweichen der Zellen geöffnet und so für die Spermatozoiden der Zugang zu dem im Bauche liegenden Ei frei gemacht.

Die Eizelle verwandelt sich nach der Befruchtung durch vielfache Theilungen in einen vielzelligen Körper, das Sporogonium, welches sich gewöhnlich in einen oberen die Sporen entwickelnden Theil, die Kapsel, und in einen unteren stielförmigen, die Seta, differenzirt. Letztere drängt sich in den unteren Theil des Archegoniums ein und oft noch tief in das Gewebe des Stämmchens hinab, von dem sie scheidenartig durch Bildung der Vaginula umwachsen wird. Eine Verwachsung von Sporogonium und Archegonium- oder Stammgewebe tritt indessen nicht ein; das feste Aneinanderlegen beider Organe genügt schon für die Ernährung des Sporogoniums seitens der Moospflanze.

467. In dem reifenden Sporogonium werden entweder im ganzen Innen-

raume, oder in einem besonderen sackförmigen Behälter, dem Sporensacke, die Sporen durch Viertheilung ihrer sich schon vorher isolirenden Mutterzellen erzeugt. Neben ihnen entstehen bei den meisten Lebermoosen noch lange, spindelförmige, mit spiraligen Wandverdickungen versehene Zellen, die Elateren oder Schleuderzellen.

Der Archegoniumbauch wächst, während der Hals verschrumpft, nach der Befruchtung noch eine Zeit lang weiter. Bei den Laubmoosen wird er dann aber, wenn das junge Sporogonium sich streckt, fast ausnahmslos an seiner Basis ringsum abgesprengt und als Haube oder Mütze (calyptra), den Scheitel des Sporogoniums bedeckend, emporgetragen. Bei den Lebermoosen dauert sein Wachsthum länger. Er umhüllt das Sporogonium noch zur Zeit der Sporenbildung und wird erst durchbrochen, wenn die Kapsel unter Streckung des Stieles zur Sporenausstreuung hervortritt. Dann bleibt aber das an seinem Scheitel zerrissene Archegonium als eine Art Scheide an der Basis des Stieles sitzen.

468. Aus der keimenden Spore geht ein meist kräftig ausgebildeter, seltener rudimentärer Vorkeim (protonema) hervor, ein verzweigtes, fadenförmiges, selten flächenförmiges Gebilde, an welchem durch Knospenbildung die junge Moospflanze entsteht.

Es tritt somit bei den Moosen ein scharf ausgesprochener Generationswechsel auf: ein aus der Spore durch Vermittelung eines Vorkeimes gebildetes Pflänzchen mit Geschlechtsorganen — und ein aus der befruchteten Eizelle sich entwickelndes Sporogonium, welches mit der Pflanze in keiner organischen Verbindung steht und auf ungeschlechtlichem Wege die Sporen erzeugt.

469. Die Moose werden gewöhnlich in zwei Classen eingetheilt, die sich durch folgende Merkmale unterscheiden.

V. Classe. Hepaticae. Lebermoose: Die Spore entwickelt meistens nur einen kleinen oder auch sehr rudimentären Vorkeim. Die Pflanze ist entweder ein blattloser Thallus (Anthoceroteae), oder ein thallusartiges Stämmchen mit schuppenartigen Blättern (Ricciaceae, Marchantiaceae, Jungermanniaceae frondosae), oder ein normal entwickeltes, fadenförmiges, kriechendes, bilaterales Stämmchen mit zweireihig stehenden, einschichtigen Oberblättern (Seitenblättern) ohne Nerv und schuppenartigen (oder fehlenden) Unterblättern (Jungermanniaceae foliosae). Das Sporogonium besitzt nur in wenigen Fällen eine Columella, d. h. ein centrales, steriles, nicht zur Sporenbildung verwendetes Gewebe (Anthoceroteae); meistens wird das gesammte innere Kapselgewebe zur Entwickelung von Sporen allein (Ricciaceae), oder von Sporen und Elateren (Marchantiaceae, Jungermanniaceae) verbraucht. Das Sporogonium öffnet sich ferner selten mit einem Deckel (einige Marchantiaceen), meistens mit Zähnen oder Klappen, oder die Fruchtwand wird schon vor der Reife der Sporen zerstört (Ricciaceae); es durchbricht bei der Reife das Archegonium an seinem Scheitel, so dass dieses nicht als Haube emporgetragen wird, sondern als Scheide den Grund des Stieles umgiebt.

VI. Classe. Musci (Musci frondosi). **Laubmoose:** Aus der Spore entwickelt sich ein kräftiger, meistens verästelter und fadenförmiger, sel-

tener flächenförmiger Vorkeim. Das in der Regel nicht bilaterale, aufrechte oder kriechende, einfache oder verzweigte Stämmchen erzeugt stets Blätter, die häufig mit einem Mittelnerven aus länger gestreckten, in mehreren Lagen über einander liegenden Zellen versehen sind. Eine centrale Gewebemasse des Sporogoniums bildet sich zur sterilen Columella aus, die selbst da der Anlage nach vorhanden ist, wo sie später fehlt (Archidiaceae). Ein die Columella hohlcylindrisch (Cleistocarpae, Stegocarpae) oder glockenförmig (Sphagnaceae, Andreaeaceae) umgebendes Gewebe wird zum Sporensacke, der nur Sporen, nie Elateren enthält. Das Sporogonium wird nur selten durch Verwitterung (Cleistocarpae) oder durch Längsspalten (Andreaeaceae), meistens durch Abwerfen eines oberen deckelförmigen Theiles (Stegocarpae) geöffnet. Es sprengt ferner schon früh das Archegonium an dessen Basis ringförmig ab und trägt dasselbe auf seinem Scheitel als Mütze oder Haube empor (nur bei den Archidiaceen und Sphagnaceen bleibt es am Grunde der Kapsel sitzen).

In neuerer Zeit hat man auf Grund weitergehender entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen die beiden Classen in eine Anzahl gleichwerthiger kleinerer Abtheilungen aufgelöst, beziehentlich die früheren Ordnungen zu Classen erhoben, deren Uebersicht unter beiden hier festgehaltenen Classen nachzusehen ist.

V. Classe. Hepaticae.

470. Der Vegetationskörper der Lebermoose ist bei den Anthoceroten ein völlig blattloser Thallus, der durch einzellige Wurzelhaare im Boden befestigt ist (Fig. 122). Bei den Marchantieen und anderen Ordnungen ist er ein flach gedrückter, horizontal ausgebreiteter, wiederholt gabelig gelappter Stamm (Fig. 126 A, 127), dessen auf der Unterseite zweireihig sitzenden Blätter (Amphigastrien) klein, schuppenartig und nur aus einer Zellenlage gebildet sind (Fig. 121 b'—b''''). Die beblätterten Jungermanniaceen dagegen besitzen ein bilaterales Stämmchen, das meistens auf seiner Unterlage kriecht und welches zwei oder drei

Fig. 121.

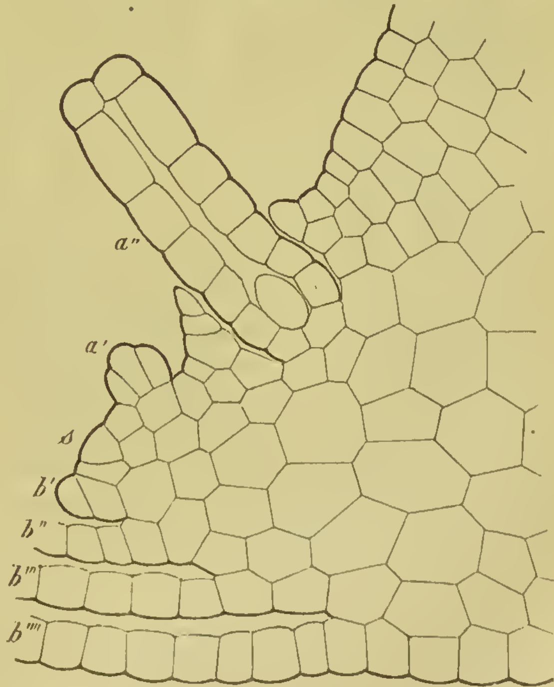


Fig. 121. Riccia ciliata Hoffm. Verticaler Längsschnitt der Scheitelregion eines Sprosses. s Terminale Randzelle. b'—b'''' Blattschuppen. a' und a'' Zwei verschieden alte Archegonien. Nach Kny. Vergr. 440.

Reihen von Blättern entwickelt. Die beiden seitlichen (rückenständigen) Reihen sind normale, einfache oder gelappte, aus einer Zellenlage ohne

Fig. 122.



Fig. 124.

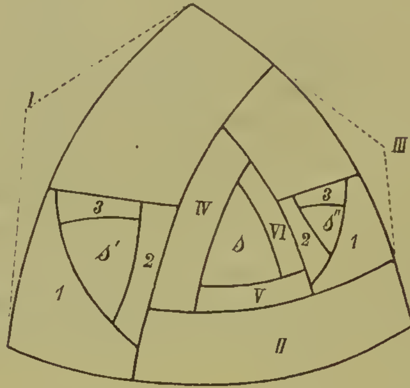


Fig. 124. Schematische Darstellung (Scheitelansicht) der Verzweigung bei Jungermanniaceen, deren Seitensprosse an Stelle des Unterlappens der Oberblätter auftreten. Nach Leitgeb.

Fig. 123.

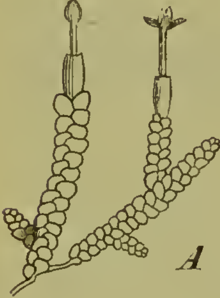


Fig. 125.

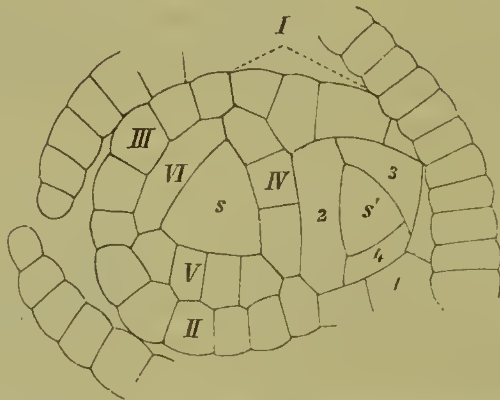


Fig. 125. Mastigobryum trilobatum. Eine Sprossspitze in der Scheitelansicht. *s* Scheitelzelle des Hauptsprosses, deren Segmente nach der Altersfolge mit I—VI bezeichnet sind. *s'* in dem Segmente 1 entstandene Scheitelzelle des Gabelzweiges, welche bereits die Segmente 1—4 gebildet hat. Nach Leitgeb. Vergr. 350.

Mittelnerv gebildete Blätter, die sogenannten Oberblätter. Diese haben eine durch das ungleich starke Wachsthum der Bauch- und Rückenseite des Stämmchens bedingte zweifache Lage oder Deckung. Entweder deckt

Fig. 122. Anthoceros laevis L. Pflanze mit drei Früchten. Doppelte Grösse.

Fig. 123. A. Radula complanata Dum. Pflanze mit geschlossenem und geöffnetem Sporogonium. — B. Jungermannia barbata Schrad. Stück des Stengels von der Unterseite gesehen, um die gespaltenen und wimperig gezähnten Amphigastrien zu zeigen. Vergrössert.

(bei stärkerem Wachsthum der Rückenseite des Stämmchens) das nächst hintere Blatt mit seinem Vorderrande den Hinterrand des nächst vorderen Blattes von oben her zu (oberschlächtige Blätter — Fig. 123 A) und die Sprossspitze ist zugleich abwärts gekrümmt; oder es wird (in Folge stärkeren Wachsthums der Stamm-Bauchseite) der Vorderrand eines hinteren Blattes von oben her durch den Hinterrand des nächst vorderen Blattes gedeckt (unterschlächtige Blätter — Fig. 123 B, allerdings von unten gesehen!) und die Sprossspitze ist aufwärts gebogen. Die dritte, oft fehlende oder rudimentäre Blattreihe dieser Jungermanniaceen wird von an der Bauchseite des Stämmchens entwickelten schuppenartigen Unterblättern oder Amphigastrien gebildet (Fig. 123 B). Ueber die Oelkörper der Lebermoose s. § 50.

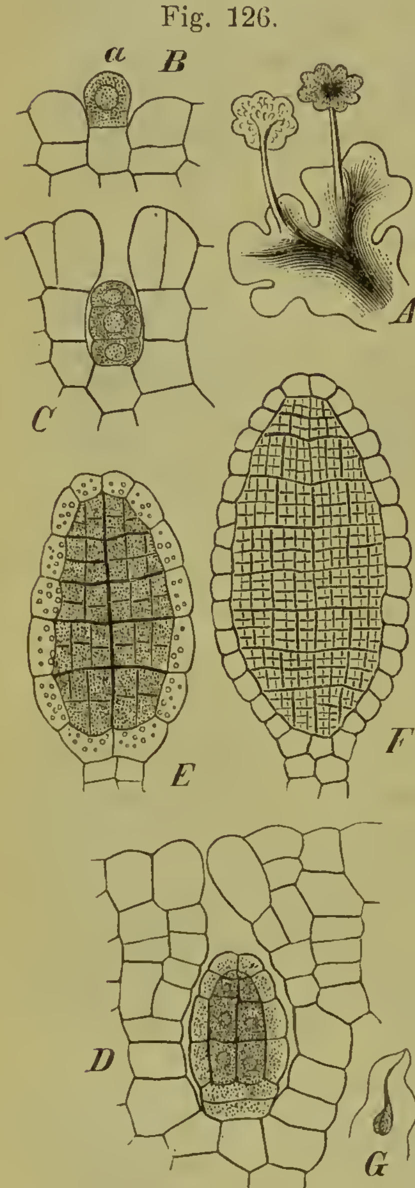
471. Das Wachsthum des Thallus und thallusartigen Stammes erfolgt entweder durch die Theilungen einer Anzahl gleichwerthiger Zellen (Scheitelkante — so bei Riccia, Fig. 122, in der bei *s* eine dieser Zellen sichtbar), oder durch eine zweischneidige, rechts und links segmentirende Scheitelzelle (Metzgeria), oder (bei Blasia z. B.) durch eine fünfflächige Scheitelzelle. Letztere besitzt ausser einer etwas gewölbten Aussenwand zwei (rechts und links gelegene) Seitenwände und eine obere (Rücken-) und untere (Bauch-) Wand. Die Theilungen in ihr erfolgen abwechselnd rechts und links parallel den Seitenwänden (seitenständige Segmente) und dann parallel der Rücken- und Bauchwand (rücken- und bauchständige Segmente); die letzteren Segmente betheiligen sich vorzüglich am Aufbau des Stämmchens, die seitenständigen an der Entwickelung der Blätter.

Bei den beblätterten Jungermanniaceen ist die Scheitelzelle eine dreiseitig-pyramidale (vierflächige), welche im Laufe einer Spirale nach einander Segmente abgliedert (Fig. 124, 125 — *s*). Eine der Seitenflächen ist stets dem Substrate zugekehrt (bauchständiges Segment), die beiden anderen stossen auf dem Rücken des Stämmchens zusammen. Ist die Scheitelzelle im Grundrisse gleichseitig, so werden aus den bauchständigen Segmenten deutliche Unterblätter entwickelt; bildet ihr Grundriss dagegen ein gleichschenkeliges Dreieck mit kürzerer Bauchseite, so werden die Amphigastrien um so rudimentärer ausgebildet, je kürzer diese Seite ist, bis sie endlich gar nicht mehr zur Entwickelung kommen. Aus den seitenständigen Segmenten gehen die Oberblätter hervor.

472. Die Verzweigung des Lebermoosstämmchens ist eine dichotome (manche frondose Formen) oder monopodiale. Letztere, namentlich bei den beblätterten Jungermanniaceen genauer untersucht, ist entweder Endverzweigung oder intercalare Sprossbildung. Bei der Endverzweigung wird ein seitenständiges Segment der Scheitelzelle durch eine Längswand in eine bauch- und rückensichtige Hälfte zerlegt und in ersterer die Scheitelzelle des Zweiges durch drei unter den entsprechenden Winkeln zusammenstossende Wände ausgeschnitten (Fig. 124, 125). Die intercalare Verzweigung kann eine normal acropetale, an morphologisch bestimmten Stellen der Bauchseite des Stämmchens erfolgende, oder eine adventive, in beiden Fällen ausserdem eine exogene oder endogene (Lepidozia, Mastigobryum etc.) sein.

473. Die Lebermoose sind monöcisch oder diöcisch. Die **Antheridien** sind nur bei den Anthoceroten endogenen Ursprunges und stehen später im Grunde eines Intercellularraumes, der sich durch blasiges Abheben der schliesslich aufreissenden Epidermis bildet. Bei allen anderen Lebermoosen entwickeln sie sich aus oberflächlich gelegenen Zellen, werden aber später häufig durch stärkeres Wachsthum des benachbarten Gewebes überwallt und kommen somit in Höhlungen zu stehen, die nach aussen mit einem canalartigen Gange münden (Fig. 126 B—D). Sie entspringen bei den thallösen Formen auf der Oberseite, gewöhnlich dicht hinter dem Vegetationspunkte, oder auch auf metamorphosirten Sprossen (Fig. 126 A), bei den beblätterten Jungermannieen in der Blattachsel aus der rückensichtigen Hälfte eines seitenständigen Segmentes und hier entweder einzeln oder zu mehreren; auch ist dann häufig die Form des die Antheridien deckenden Blattes oder Blatttheiles eine von der normalen Gestalt abweichende.

Fig. 126.



474. Das Antheridium tritt als einzellige Papille über die Oberfläche des Stämmchens (Fig. 126 B, *a*). Diese Papille gliedert sich durch eine Querwand in eine Stielzelle und die Mutterzelle des eigentlichen Antheridiums. Während sich die Stielzelle weiter theilt und zu einem kürzeren (Marchantia) oder längeren (Jungermannia hyalina), ein- oder mehrreihigen Stiele heranwächst, theilt sich die Mutterzelle des Antheridiums bei Marchantia durch eine weitere Querwand (Fig. 126 C) und dann die obere der beiden neu entstandenen Zellen nochmals durch eine Querwand. Jede dieser drei Zellen zerfällt durch zwei unter rechten Winkeln sich kreuzende Längswände in Quadranten und diese dann durch Tangentialwände in je eine Innen- und Aussenzelle (Fig. 126 D). Die Aussenzellen liefern durch weitere radiale Theilungen die stets einschichtig bleibende Wand des Antheridiums, die Innenzellen theilen sich

Fig. 126. Marchantia polymorpha, Antheridien. A Stück der Pflanze mit zwei männlichen Sprossen, natürl. Grösse. — B Erste Entwickelungsstufe des Antheridiums. — C und D Etwas ältere Antheridien. — E Halbreifes und F fast reifes Antheridium. — G Spermatozoid. — Vergr. von B—E und G = 500, F = 240. — B—D nach Strassburger.

succedan durch zahlreiche nach drei Raumrichtungen auftretende Wände in ein kleinzelliges, plasmareiches Gewebe fast cubischer Zellen, den Mutterzellen der Spermatozoiden (Fig. 126 E, F), welche in der im § 465 angegebenen Weise entleert werden (Fig. 126 G).

Andere Lebermoose verhalten sich in der Theilungsfolge im Antheridium abweichend; so ist bei den beblätterten Jungermanniaceen die erste Wand in der Antheridienmutterzelle eine Längswand, u. s. w.

475. Die Archegonien entstehen stets aus oberflächlich gelegenen Zellen. Bei den frondosen Lebermoosen sitzen sie auf der Oberseite des thallusartigen Stämmchen, vom benachbarten Gewebe in ähnlicher Weise, wie die Antheridien, umwuchert (Riccia — Fig. 121), oder auf der Unterseite metamorphosirter Sprosse (Marchantia — Fig. 127). Bei Anthoceros bleiben sie mit dem benachbarten, weiter wachsenden Gewebe der Thallusoberseite so im Verbande, dass Bauch wie Hals nur als ein eigenthümlicher Zellenstrang im Thallus erscheinen. Bei den beblätterten Jungermanniaceen sind sie stets terminal (oft auf besonderen Geschlechtsästen) gestellt. Sie bilden dann einen manchmal aus zahlreichen Archegonien zusammengesetzten „Blüthenstand", dessen Archegonien in der Regel von je einer besonderen Hülle (Fig. 128 C, D: *v*), dem Perianthium, umgeben werden und der auch noch Paraphysen enthält. Wo ein Perianthium fehlt, bilden benachbarte Blätter eine als Perichaetium bezeichnete Hülle um den Blüthenstand. In der Abtheilnng der Geocalyceae wandelt sich sogar das Stengelende in einen flaschenförmigen, die Archegonien einschliessenden Behälter um. Wird nur ein Archegonium im Blüthenstande der Jungermanniaceen angelegt (Lejeunia u. A.), so geht dieses stets aus der sich papillenartig vorwölbenden Scheitelzelle hervor (vergl. Fig. 133 A auf S. 262). Bei mehreren Archegonien entsteht das erste meistens aus dem drittjüngsten Segmente, die beiden folgenden werden aus dem zweiten und ersten Segmente der Scheitelzelle, das vierte aus dieser selbst gebildet; weitere entwickeln sich ohne besondere Anordnung aus den älteren Segmenten des Vegetationskegels.

Fig. 127.



476. Jedes Archegonium ist zunächst eine einzellige Papille, welche durch eine tiefer unten liegende Querwand in eine sich weiter theilende, aber kurz bleibende Stielzelle und eine obere Archegonium-Mutterzelle zerfällt (Fig. 128 A: *a*). Letztere theilt sich durch drei unter Winkeln von etwa 120° zusammenstossende Längswände in drei peripherische Zellen und eine prismatische, etwas weiter emporragende mittlere Zelle (Fig. 128 B: *a*). Sind die drei äusseren Zellen gleich gross, so theilen sie sich durch je eine Radialwand in sechs Zellen; ist eine der Zellen schmäler (Jungermanniaceen),

Fig. 127. Marchantia polymorpha. Stück einer weiblichen Pflanze mit einem sehr jungen und altem Receptaculum und Brutbecher. Natürliche Grösse.

so wird diese nicht weiter radial getheilt, die Zahl der peripherischen Zellen nur auf fünf gebracht. Die mittlere Zelle theilt sich darauf durch eine Querwand in eine innere und eine Deckelzelle; letztere theilt sich übers Kreuz und nimmt, indem sie die Archegoniumspitze abschliesst, keinen weiteren Antheil an der nun folgenden Entwickelung. Durch je eine Querwand zerfällt nämlich sowohl die innere Zelle als jede der 5—6 peripherischen Zellen in zwei Stockwerke, von denen das obere durch weitere Quertheilungen zum Halse, das untere zum Bauche des Archegoniums wird. Der Halstheil besteht dann aus 5 oder 6 peripherischen Halszellenreihen (die einzelnen Reihen bis zu 32 Zellen enthaltend) und einer mittleren Canalzellenreihe. Der Bauch theilt seine peripherischen Zellen noch jede durch eine oder zwei Radialwände und bis zu acht Querwände, bleibt aber einschichtig. Die innere Zelle des Bauchtheiles gliedert nur noch einmal nach oben eine kleine Zelle als Bauchcanalzelle ab; ihr grösster Theil bildet die das Ei umschliessende Centralzelle. Das ganze Archegonium hat jetzt die Gestalt einer langhalsigen Flasche (Fig. 128 C). Die Querwände seiner Halscanalzellen, die Innenschichten der Längswände, sowie die Querwände der Bauchcanalzelle werden nun in stark quellende Gallerte verwandelt, welche die Deckelzellen auseinander presst und den ganzen Protoplasmainhalt der Canalzellen hinausdrückt, während sie selber den offenen Canal bis zum Scheitel des freiliegenden Eies erfüllt und eintretenden

Fig. 128.

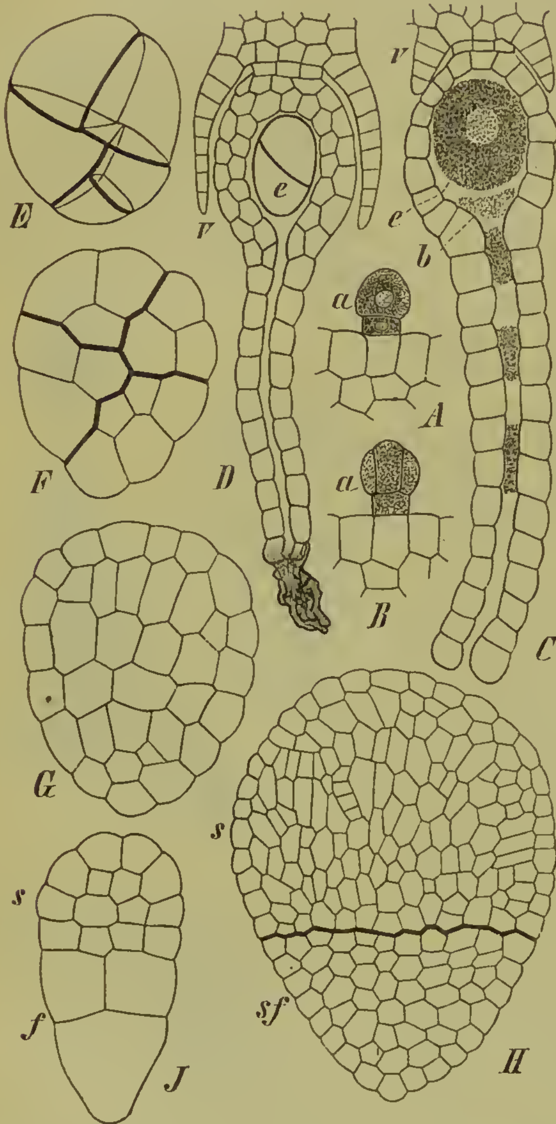


Fig. 128. Marchantia polymorpha. A und B Erste Entwickelungsstufen des Archegoniums. — C Reifes, eben geöffnetes Archegonium. — D Archegonium mit zweizelligem Embryo. — E—H Entwickelung des Sporogoniums. — J Embryo von Pellia epiphylla. *v* Perianthium, *e* Embryo, resp. Ei, *b* Plasma der Bauchcanalzelle. *f* Fuss, *sf* Stiel, *s* Kapsel. — Vorgr. von A und B = 350, C und D = 250, E—G = 346, H = 266, J = 166. — Fig. A und B nach Strassburger, E—J nach Kienitz-Gerloff. — A—D und F—J im optischen Längsschnitte.

Spermatozoiden als Leiter zu diesem hin dient. Figur 128 C stellt das Archegonium im Momente der Entleerung des Halscanales dar.

477. Die befruchtete Eizelle, welche sich mit einer Membran umgiebt, entwickelt sich zum Sporogonium. Sie theilt sich zuerst durch eine annähernd horizontale (bei Anthoceros annähernd senkrechte) Wand und durch zwei zu dieser senkrechte Wände in Kugelquadranten und darauf in Octantenzellen (Fig. 128 D, E). Tangentialwände zerlegen dann das junge Sporogonium in innere und äussere Zellen. Bei manchen Lebermoosen (Marchantieen) geht aus der unteren Zelle der ersten Theilung der Stiel (Seta — Fig. 128 H, *sf*), aus der oberen die Kapsel (Fig. 128 H, *s*) hervor; bei anderen entwickelt sich diese untere Zelle zu einem ein- oder mehrzelligen Anhängsel des aus den untersten Nachkommen der oberen Zelle hervorgehenden, sehr verschieden gestalteten Fusses (Fig. 129 B—D, *f*), der sich in das Archegonium- und Stengelgewebe eindrängt, während ein mittlerer Theil der oberen Zelle zum Stiel (Fig. 129 B—D, *s*), der Rest derselben erst zur Kapsel wird (Fig. 129 B—D, *sp*). Die ersten Tangentialtheilungen in letzterer führen (z. B. bei Marchantia) sofort zur Differenzirung der Kapselwand gegenüber dem die Sporen bildenden Raume (Fig. 128 F—H); nur bei Riccia wird erstere erst durch spätere Theilungen in der äusseren Zellenlage angelegt. Die Kapselwand ist meistens einschichtig (Fig. 128 H), seltener aus mehreren Zellenlagen (Fig. 129 C, D) gebildet. Von dem von der Wand umschlossenen Gewebe wird nur selten ein mittlerer Theil nicht zur Sporenbildung verwendet, sondern zu einer säulenförmigen Gewebemasse, der Columella, entwickelt (Anthoceros).

Fig. 129.

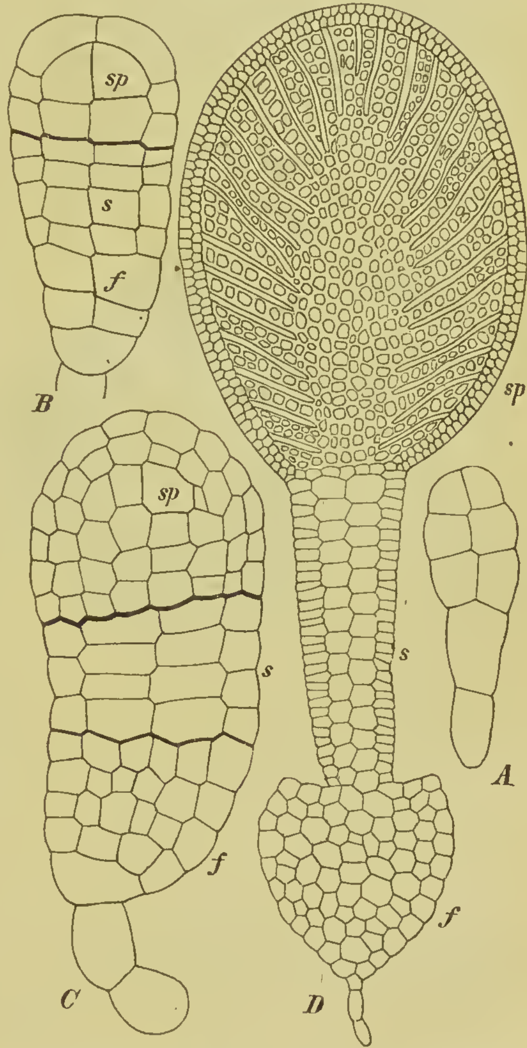


Fig. 129. Jungermannia bicuspidata. Sporogonium in verschiedenen Entwickelungsstadien. *f* Fuss, *s* Seta, *sp* Kapsel. Nach Kienitz-Gerloff. Vergr. A—C 200, D 80; alle Fig. im Längsschnitte.

Entstehen zwischen den Sporen Schleuderzellen, wie dieses meistens der Fall ist, so hören die dazu bestimmten Zellen auf, sich der Quere nach zu theilen, während die Sporenmutterzellen in ihren Theilungen fortfahren. Die Elateren strecken sich zu spindelförmigen oder cylindrischen Zellen, welche ihre Wand fast stets spiralig verdicken und die Spiralfasern meist braun färben. Die Lage der Elateren in der reifen Kapsel ist verschieden: bei Marchantia strahlen sie, nur wenig divergirend, von der Basis der Kapsel aus nach der Peripherie derselben; bei Pellia divergiren sie in ähnlicher Weise, doch stärker; in der Kapsel von Aneura strahlen sie umgekehrt vom Scheitel nach der Basis hin, in derjenigen der Jungermannieen liegen sie meistens horizontal oder auch so wie in Figur 129 D.

478. Die zwischen den Elateren gelegenen Mutterzellen der Sporen bilden die letzteren durch Viertheilung nach den Ecken eines Tetraëders. Bei Anthoceros löst sich dabei der primäre Zellkern erst nach Bildung der vier Tochterkerne auf; bei Pellia und Frullania findet die Viertheilung des Plasmas wie bei der Bildung des Dicotyledonenpollens (Fig. 12 *h*, *i* — S. 29) statt. Die fertigen Sporen besitzen ein meist stärker entwickeltes, gelb oder gelbbraun gefärbtes Exospor und ein zartes, farbloses Endosporium.

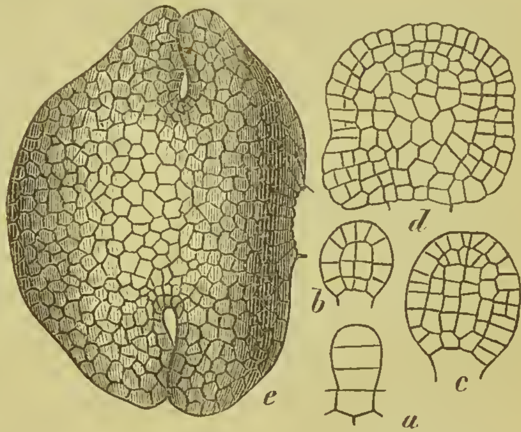
Während der Heranbildung des Sporogoniums wächst der Archegoniumbauch unter Theilung seiner Zellen weiter, während der Halstheil bald verschrumpft (Fig. 128 D). Gleichzeitig umwächst häufig ein Zellenwall ringförmig als sackartiges Perianthium Archegonium und Sporogonium. Der Stiel des letzteren streckt sich, wenn er bedeutende Länge erreicht (Jungermanniaceen), erst bei der Reife der Kapsel und durchbricht damit den Scheitel des Archegoniums und Perianthiums, beide als Scheiden an seinem Grunde zurücklassend. Die Sporen werden entweder durch völlige Auflösung der Kapselwand frei (Riccia); oder die Kapsel öffnet sich unregelmässig oder mit Zähnen oder einem Deckel am Scheitel (Marchantieen); oder sie springt mit zwei (Anthoceros, Fig. 122) oder vier Klappen (Jungermanniaceen — Fig. 123 A) von der Spitze nach der Basis zu auf — die Rissstellen der Lage der ersten vier senkrechten Wände des Embryos entsprechend. Das Ausstreuen der Sporen wird durch die sehr hygroskopischen Elateren erleichtert.

Die weitere Entwickelung der Sporen zum Vorkeime beginnt bei einigen Lebermoosen schon innerhalb des noch geschlossenen Exosporiums, indem sich die vom Endosporium gebildete Zelle in einen kleinen Zellenkörper verwandelt (Frullania, Radula); bei Fegatella in vielen Fällen, bei Pellia immer, ist die reife Spore schon beim Verlassen der Kapsel mehrzellig. Das junge Pflänzchen entsteht dann in der Weise, dass in einer der Randzellen des kleinen Vorkeimes durch die entsprechenden Theilungen der Vegetationspunkt des ersteren angelegt wird. — Andere Arten dagegen lassen das Endosporium zum schlauchförmigen Vorkeime auswachsen, der an seinem Ende einen kleinen, das Pflänzchen producirenden Zellenkörper (Keimscheibe) erzeugt (Riccia), oder der zu einem gegliederten, einfachen oder verzweigten Faden weiter wächst und in seiner Endzelle durch entsprechend geneigte Wände die Scheitelzelle des Pflänzchens constituirt (Jungermanniaceen).

479. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Brutknospen ist bei

den Lebermoosen nicht selten. Dieselben sind in der Regel vielzellige, seltener wenigzellige Gebilde, die ihrer Entstehung nach Haaren entsprechen. Bei den Marchantieen bilden sie sich im Grunde geschlossener oder einseitig offener Brutbecher als kleine Zellenpapillen, die durch eine Querwand von ihrer Mutterzelle abgegliedert werden und dann durch eine zweite Querwand in einen kurz bleibenden, einzelligen Stiel und die eigentliche Brutknospe zerfallen. Letztere theilt sich gewöhnlich noch einige Male durch Querwände (Fig. 130 *a*), wird dann durch Längswände zu einer Zellenfläche (Fig. 130 *b*, *c*), später durch (nur am Rande unterbleibende) Theilungen nach der dritten Raumrichtung zum bilateralen, im Querschnitte linsenförmigen Zellenkörper, der bald rechts und links zwei Lappen (Fig. 130 *d*, *e*) und zwischen diesen in einer tiefer werdenden Einbuchtung die Vegetationspunkte des künftigen Pflänzchens bildet. Gelangt die reife, sich leicht vom Stiele lösende Brutknospe auf feuchte Erde, so entwickelt sie auf der dieser zugekehrten Seite aus schon vorher durch den Mangel des Chlorophylls ausgezeichneten Zellen Rhizoiden; die entgegengesetzte Seite wird zu der Spaltöffnungen bildenden Oberseite des Stammes, der nun von den Einbuchtungen aus durch lebhafte Zellentheilungen sein Wachsthum beginnt.

Fig. 130.



Bei den Jungermannieen entstehen Brutzellen und Brutknospen am Rande und auf der Fläche der Blätter. Oft sind die ganzen, dann allmählich rudimentär werdenden Blätter dicht mit solchen Organen bedeckt und bilden Brut-Köpfchen an der Spitze der Zweige (z. B. bei Jungermannia bicuspidata). Manche Formen, wie Blasia, entwickeln auch den Amphigastrien ähnliche, der ungeschlechtlichen Fortpflanzung dienende Brutschüppchen.

480. Die Lebermoose, welche meistens gesellig wachsen, lieben feuchte, schattige Orte. Fossil kennt man 7 Gattungen mit 15 Arten, die sämmtlich dem Tertiär (besonders dem Bernstein) und lauter lebenden Gattungen angehören (Jungermannia 7 Arten). Die lebenden Formen zerfallen in fünf Ordnungen, von denen vier auch in Deutschland vertreten sind. Letztere unterscheiden sich durch folgende Hauptmerkmale.

I. Kapsel nur mit Sporen. Kapselwand bei der Reife unregelmässig zerreissend oder sich lösend: **Ricciaceae.**

II. Kapsel mit Sporen und Elateren.
  A. Kapsel mit Columella, schotenförmig, zweiklappig: **Anthoceroteae.**
  B. Kapsel ohne Columella.
    1. Kapseln zu mehreren an einem metamorphosirten, aufrechten Zweige, selten einzeln frei auf dem Laube, unregelmässig oder mit Zähnen oder Deckel aufspringend: **Marchantiaceae.**
    2. Kapseln einzeln, mit vier Klappen aufspringend: **Jungermanniaceae.**

Fig. 130. Lunularia vulgaris. Entwickelung der Brutknospen. Vergr. von a—d = 240, e = 80.

19. Ordnung. Ricciaceae.

481. Stämmchen thallusartig, auf der Oberseite mit deutlicher aber spaltöffnungsloser Epidermis, im Inneren häufig mit grossen Lufthöhlungen, auf der Unterseite mit schuppenartigen, später zerreissenden und zu Grunde gehenden Blättern (Fig. 121). Archegonien und Antheridien einzeln in Höhlungen der Oberseite des Laubes eingesenkt. Kapsel dem Laube eingesenkt, immer im Archegoniumbauche eingeschlossen bleibend, meistens sitzend, ohne Schleudern, mit einschichtiger Wand, die schon vor der völligen Reife zerstört und dann selten durch eine falsche, aus der äusseren Schicht der Sporenmutterzellen hervorgehende Wand ersetzt wird. Perianthium fehlt.

(Fam. 35.) Riccieae. Kleine, menöcische oder diöcische Land- oder Wasserpflanzen. Riccia: Kapsel resp. Sporenmasse durch Borsten des Laubes frei werdend. a. Ricciella: Laub schmal lineal, wiederholt gabelig getheilt, schwimmend oder auf Schlamm kriechend. R. fluitans. — b. Hemisenma: Laub strahlig verbreitert, halbe Rosetten bildend, schwimmend oder auf Schlamm wurzelnd. R. natans. — c. Riccia: Laub rosettenartig; Landbewohner. R. glauca, cristallina etc.

20. Ordnung. Anthoceroteae.

482. Laub ein blattloser, flacher Thallus ohne deutliche Epidermis, aber auf der Unterseite mit Spaltöffnungen. Antheridien in einem auf der Oberseite unter der blasig sich abhebenden, später zerreissenden Epidermis entstehenden Hohlraume. Archegonium nicht frei, sondern der Oberseite des Laubes eingesenkt und mit diesem allseitig verschmolzen. Kapsel lang, schmal, schotenförmig, zweiklappig von der Spitze bis zur Mitte aufspringend, mit Columella und zarten, kurzzelligen, selten mit Spiralfasern versehenen Schleudern. Perianthium fehlt. (Fig. 122.)

In die Spaltöffnungen dringen oft Nostocfäden ein, welche sich im Inneren des Thallus zu kleinen Colonien entwickeln und früher für Brutkörner gehalten wurden. Kleine, auf Aeckern, Lehmboden, Haideflächen etc. wachsende, unregelmässig gelappte Lebermoose.

Nur die einzelne Familie der Antheceroteae. Bei uns Anthoceros mit zwei Arten. A. laevis: Laub glatt, ohne Lufthöhlen; Sporen gelb, warzig. A. punctatus: Laub mit Lufthöhlen, etwas uneben; Sporen schwarz, stachelig.

21. Ordnung. Marchantiaceae.

483. Thallusartiger, flacher, wiederholt gabelig verzweigter Stamm mit schuppigen, zweireihig stehenden Amphigastrien auf der Unterseite; auf der Oberseite mit sehr entwickelter Epidermis, deren grosse, fast kreisrunde, über die Oberfläche vortretende Spaltöffnungen von mehreren Zellenreihen oder einem tonnenförmigen Zellenmantel ringartig umgeben werden. Die einzelnen Lappen des Laubes besitzen gefässbündelartige Stränge gestreckter, schlauchförmiger Zellen mit zapfenartigen Verdickungen der Innenwand. Das Gewebe unter der Epidermis ist aus sehr chlorophyllreichen, confervenartig verzweigten, aufrechten Zellenreihen gebildet. Kapsel mit Schleudern. Perianthium meist vorhanden.

(Fam. 36.) Targionieae. Kapsel einzeln in der Ausbuchtung des Laubes, kurz gestielt, unregelmässig oder mit (meist 6) Zähnen aufspringend. Targionia.

(Fam. 37.) Jecorarieae. Geschlechtsorgane und Kapseln an der Spitze eines metamorphosirten Sprosses auf einem gemeinsamen Receptaculum (Blüthenboden). Kapsel meist mit Zähnen oder durch Abwerfen eines deckelartigen Stückes aufspringend. Marchantia: männ-

licher Blüthenboden gestielt, schildförmig, gelappt; weiblicher gestielt, strahlig. Brutbecher geschlossen, mit gefranstem Rande (Fig. 126, 127). M. polymorpha. — Proissia: Weiblicher Blüthenboden halbkugelig, strahlig, gestielt; männlicher schildförmig, gestielt oder sitzend. P. commutata. — Fegatella: Weiblicher Blüthenboden gestielt, kegelförmig; männlicher scheibenförmig, sitzend. F. conica.

(Fam. 38.) Lunularieae. Mehrere bis zur Basis mit 4—8 Klappen aufspringende Kapseln, von je einer glockig-röhrigen oder blasigen Hülle umschlossen, an der Spitze eines gemeinsamen Stieles. Lunularia vulgaris, in Südeuropa heimisch, ist in Gewächshäusern auf Blumentöpfen häufig und von Marchantia leicht durch die halbmondförmigen Brutbecher zu unterscheiden.

22. Ordnung. Jungermanniaceae.

484. Frucht einzeln an der Spitze des Stengels oder der Zweige, mit vier (seltener mehr) Klappen aufspringend, mit spindelförmigen, gewöhnlich spiralig verdickten Elateren.

I. Jungermanniaceae anakrogynae. Die Archegonien (weiblichen Blüthenstände) sind rückenständig; der Sprossscheitel wird zu ihrer Bildung nicht aufgebraucht, sondern setzt sein Wachsthum fort. Die Mehrzahl der Formen bildet die frühere Gruppe der laubigen Lebermoose (J. frondosae) mit Thallus oder thallusartigem Stämmchen.

A. Pflanze ein blattloser Thallus oder ein thallusartiges, bilaterales Stämmchen mit flügelartigen, parallel der Längsaxe inserirten Blättern.

1. Völlig blattloser Thallus mit Mittelrippe; monöcisch oder diöcisch, die Blüthenstände auf der Unterseite der Mittelrippe: Metzgerieae (Metzgeria).
2. Blattloser Thallus ohne Mittelrippe; diöcisch, die Blüthenstände an oder neben dem Laubrande: Aneureae (Aneura).
3. Blattloser Thallus oder thallusartiges Stämmchen, mit oder ohne Mittelrippe; monöcisch oder diöcisch, die Geschlechtsorgane einzeln durch Ueberwallung in die Oberseite des Gewebes versenkt: Haplolaeneae (Pellia, Blasia).
4. Blattloser Thallus; diöcisch, die Blüthenstände auf der Mittelrippe der Lauboberseite, die Antheridien von schuppenartigen Auswüchsen der Mittelrippe, die Archegonien von einer doppelten, röhrigen Hülle umgeben: Diplomitrieae (Mörkia, Blyttia).

B. Pflanze ein wenig verflachter, kriechender, bilateraler Stengel mit zwei Reihen schief inserirter Oberblätter. Hülle der Archegonien glockenförmig: Codonieae (Fossombronia).

C. Pflanze ein anfrechtes, nicht bilaterales Stämmchen mit gleich grossen, fast dreireihigen Blättern: Haplomitrieae (Haplomitrium).

II. Jungermanniaceae akrogynae (J. foliosae). Die weiblichen Blüthenstände beschliessen das Wachsthum des Sprosses, indem die Scheitelzelle selbst gewöhnlich ein Archegonium producirt. Stämmchen bilateral, mit zwei Reihen grösserer Oberblätter und auf der Bauchseite stehenden kleineren oder ganz fehlenden Unterblättern (Amphigastrien).

A. Blätter oberschlächtig. Weibliche Blüthen frei auf der Spitze ihres Sprosses.

1. Kapsel zart, nur bis zur Mitte oder etwas unter die Mitte vierklappig. Elateren einspirig: Jubuleae (Lejeunia, Frullania).
2. Kapsel lederartig, bis zur Basis vierklappig, selten (Madotheca) nur bis zur Mitte. Elateren zweispirig.
   a. Stengel ohne Ausläufer.
      0 Alle Blätter ganzrandig, mit grossem Ober- und kleinem Unterlappen: Platyphylleae (Radula, Madotheca).
      00 Alle Blätter handförmig getheilt, ringsum in einfache oder ästige, gegliederte, haarartige Wimpern aufgelöst: Ptilidieae (Trichocolea, Ptilidium).
   b. Stengel mit peitschenförmigen, kleinblätterigen Ausläufern. Blätter handförmig getheilt oder 3- bis 4-zähnig: Lepidozieae (Lepidozia, Mastigobryum).

B. Blätter ober- oder unterschlächtig. Sporogonien dem krug- oder flaschenförmig erweiterten Ende eines unterirdischen, fleischigen sackartigen Sprosses eingesenkt: Geocalyceae (Geocalyx, Calypogeia).

C. Blätter unterschlächtig. Weiblicher Blüthenstand frei auf dem Sprossgipfel.
1. Perianthium vorhanden, meist von einem Perichätium umgeben und dieses überragend: Jungermannieae (Jungermannia, Lophocolea, Scapania, Plagiochila).
2. Perianthium fehlend oder wenig entwickelt und mit dem Perichätium verwachsen: Gymnomitrieae (Gymnomitrium, Sarcosyphus, Alicularia).

VI. Classe. Musci.

485. Die Spore der Laubmoose besitzt eine in Exosporium und Endosporium geschichtete Zellhaut. Bei der Keimung finden die ersten Theilungen nur in seltenen Fällen (Andreaeaceen) bereits in der noch geschlossenen Spore (wie bei manchen Lebermoosen, § 478) statt. Meistens

Fig. 131.

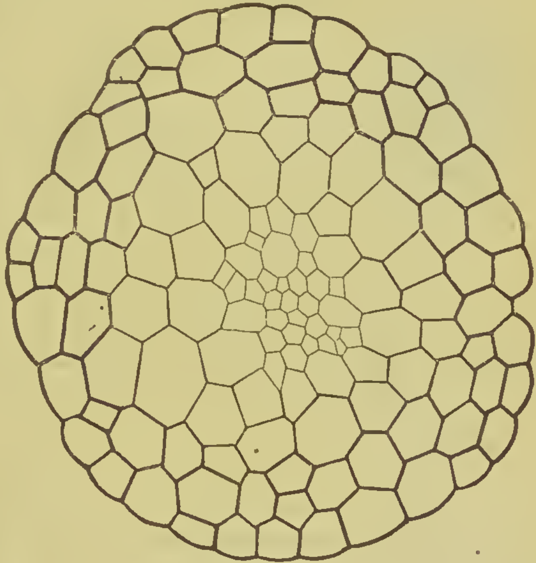


wird das Exospor durch die quellende Innenhaut gesprengt und letztere tritt auf einer oder zwei Seiten in Form einer sich rasch zum cylindrischen Schlauche verlängernden Papille heraus (Fig. 131 B—D), die den Vorkeim (das Protonema) bildet. Sie theilt sich durch eine Querwand, welche eine lang-cylindrische Scheitelzelle abschneidet, in der allein die weiteren Theilungen des Vorkeimes so stattfinden, dass die schief gestellten Wände sich

Fig. 131. A Unterer Theil eines Moosstengels mit Rhizoiden (*r*), auf denen bei *b* eine Brutknolle entstanden ist; einzelne von ihnen sind über die durch die Punktlinie angegebene Bodenoberfläche hervorgewachsen und in Folge dessen in Vorkeimfäden (*p*) umgewandelt, von denen einer bereits eine junge Moosknospe (*k*) trägt (schwach vergr.). — B Keimende Spore von Funaria hygrometrica mit noch anhängendem Exosporium; C etwas älterer und D noch weiter entwickelter junger Vorkeim desselben Mooses (Vergr. 300).

zwar wegen der weiten Entfernung von einander nicht schneiden, aber in vielen Fällen schraubig angeordnet sind, wie in der Scheitelzelle des Moosstämmchens. Die Verzweigung geschieht durch eine jedesmal unter der oberen Querwand einer Gliederzelle des Vorkeimes angelegte Papille (Fig. 131 D), welche zu einem Aste sich wie der Hauptspross des Vorkeimes verlängert. So entsteht ein reich verzweigtes, rasenförmig wachsendes, confervenartiges Protonema, welches in seinen oberirdisch am Lichte wachsenden Zellen reichlich Chlorophyll besitzt, von dem aber auch Zweige in die Erde eindringen, hier kein Chlorophyll erzeugen, ihre Wände gewöhnlich braun färben und so als vielzellige Rhizoiden functioniren. Die Vorkeime einzelner Moose entwickeln sich zu Zellenflächen; so diejenigen von Tetraphis, ferner die von Sphagnum, wenn die Sporen auf feuchter Erde keimen. Die Vorkeime der Andreaeaceen können sich sowohl fädig, als auch in Form gelappter Zellenplatten und selbst in Gestalt strauchartig verzweigter Zellenkörper ausbilden.

Fig. 132.



An den unterirdischen Vorkeimzweigen entstehen oft auf kurzen Seitenzweigen vielzellige, knollige, braun gefärbte Gebilde, die **Brutknollen** (Fig. 131 A, *b*), welche nach längerer Ruhezeit durch Auswachsen oberflächlich gelegener Zellen neues Protonema erzeugen.

486. Die junge **Moospflanze** entsteht am Vorkeime durch Knospung. Aus einer Gliederzelle, bei Flächenvorkeimen aus einer Flächen- oder Randzelle, tritt ein kurzer Zweig als Papille hervor. In dieser gewöhnlich etwas keulig anschwellenden Papille treten spiralig geordnete, schiefe Wände auf (Fig. 131 A: *k*), die einander schneiden und dadurch sofort die für das Moosstämmchen charakteristische Scheitelzelle (§§ 115—117, Fig. 32, 33) abgliedern, deren Segmente Blätter erzeugen, überhaupt nun das Stämmchen in der früher angegebenen Weise entwickeln.

Das Gewebe des Moosstammes ist noch nicht so scharf differenzirt, wie das der Gefässpflanzen. Ein centraler Theil besteht gewöhnlich aus einem Strange dünnwandiger, cambiformartiger Zellen (Fig. 132) oder aus einer Gruppe solcher Stränge (Polytrichaceen). Dieser Strang wird entweder unmittelbar von einem Mantel dickwandiger, häufig prosenchymatischer, gefärbter Zellen umgeben (Sphagnum — Fig. 148, D — Polytrichum etc.),

---

Fig. 132. Pottia latifolia C. Müll. Querschnitt des Stengels; nach Lorentz. Vergr. 320.

oder zunächst von weiteren dünnwandigen Zellen umhüllt, die nach aussen allmählich in ein dickerwandiges, gelb, roth oder braun gefärbtes Gewebe übergehen, das eine Art Rinde bildet, aber meistens keine scharf geschiedene Epidermis besitzt, dagegen aus seiner äussersten Zellenlage in der Regel Haare in grosser Menge entwickelt. Diese dringen zum Theil in den Boden ein und sind dann Rhizoiden, welche wie die fädigen Vorkeime durch schiefe Querwände gegliedert sind, sich überhaupt morphologisch von unterirdischen Vorkeimästen nicht unterscheiden lassen (Fig. 131 A, *r*). Sie verzweigen sich reichlich und entwickeln sich, wenn sie durch irgend welche Umstände wieder über den Boden treten, auch zu Vorkeimen, die neue Moosknospen erzeugen (Fig. 131 A, *p*). Auch die oberirdischen Haare verhalten sich in dieser Beziehung ganz gleich, so dass dadurch für die vegetative Vermehrung der Laubmoose reich gesorgt ist. Manche scheinbar einjährige Arten perenniren durch aus dem Wurzelhaarfilze erzeugte Vorkeime und in den ausdauernden weiblichen Rasen von Dicranum undulatum ent-

Fig. 133.

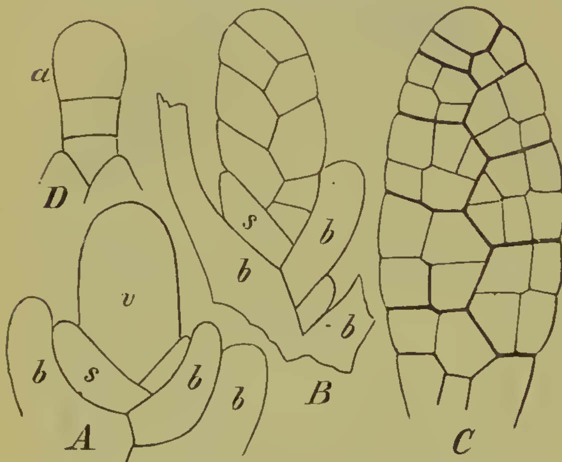
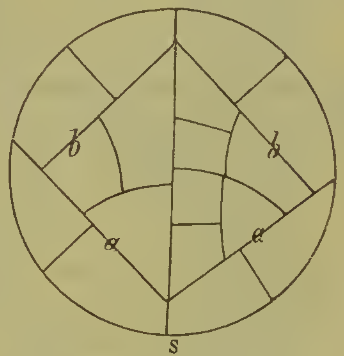


Fig. 134.



stehen an solchen Vorkeimen sogar die einjährigen männlichen Pflanzen, welche die Befruchtung besorgen und dann absterben. An Rhizoiden entstehen ferner auch Brutknollen, wie an unterirdisch wachsenden Vorkeimzweigen.

Bei den Torfmoosen werden nur von der jungen Pflanze Rhizoiden entwickelt. Dagegen zeichnet sich diese Ordnung durch die eigenthümliche Rindenschicht des Stämmchens aus, die aus einer oder mehreren Lagen inhaltloser, farbloser Zellen besteht, deren Wände spiralige Verdickungen und zwischen diesen grosse Löcher besitzen (Fig. 148 D).

487. Die Art der Verzweigung des Moosstämmchens wurde bereits im § 147 erläutert, die Blattbildung im § 163 erwähnt. Die Blätter sind

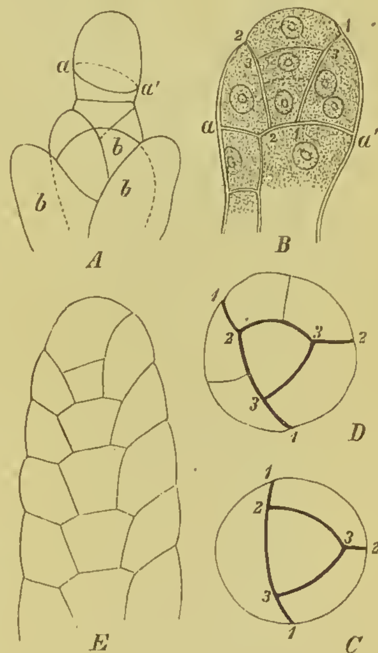
---

Fig. 133. A—C Antheridienentwickelung von Fontinalis antipyretica (Vergr. 400) nach Leitgeb. *v* Vegetationskegel, zum Antheridium auswachsend, *b* Blätter; *s* jüngstes, auch zur Antheridienbildung bestimmtes Segment. — D Junges Antheridium von Andreaea petrophila (Vergr. 500) nach Kühn.

Fig. 134. Schema für die ersten Theilungen in den Segmenten des quer durchschnittenen Antheridiums. *s* Segmentwand. *a* Erste und *b* zweite Tangentialwand jedes Segmentes.

stets einfach und mit Ausnahme des sogenannten Nerven meistens auch nur aus einer Zellenlage gebildet, deren Randzellen häufig anders gestaltet sind und zu Zähnen und Haaren auswachsen. Der Mittelnerv wird in der Regel von einem ähnlichen gefässbündelartigen Zellenstrange durchzogen, wie der Stengel (vgl. §§ 464, 486). Bei manchen Moosblättern finden sich auf der Oberseite über dem Mittelnerven lamellenartige Auswüchse (Polytrichum) oder gegliederte chlorophyllhaltige Fäden (Barbula). Die Blätter der Torfmoose enthalten neben langen, schmalen, geschlossenen und Chlorophyll führenden Zellen noch regelmässig von diesen umgebene breitere, inhaltlose Zellen mit spiralig oder ringartig verdickten und durchlöcherten Wänden, denen der Stengelrinde ähnlich (Fig. 148 B). Für die Systematik ist der Bau des Blattes oft von grosser Bedeutung. — Die Blätter vieler Laubmoose sind im Stande, aus jeder beliebigen Zelle einen Vorkeim auszutreiben. Bei Orthotrichum und Ulota, besonders solchen Arten, die selten Früchte tragen, treten namentlich aus der Spitze der Mittelrippe kurzgliederige Fäden hervor, die sich zu Vorkeimen verlängern. Auch Brutknospen werden von manchen Laubmoosen, ähnlich wie bei Lebermoosen, gebildet (Aulacomnion, Tetraphis, Webera annotina — Fig. 147). Sie wachsen zum Vorkeime aus, an dem dann Moosknospen entstehen.

Fig. 135.



488. Das beblätterte Stämmchen der Laubmoose entwickelt die Geschlechtsorgane entweder auf der Spitze des mit ihnen sein Längenwachsthum abschliessenden Hauptsprosses (acrocarpe Moose), oder am Ende von Seitenaxen (pleurocarpe Moose). Gewöhnlich sind die sogenannten Blüthen von besonders gestalteten, oft gefärbten Blättern wie von einer Hülle umgeben. Diese heisst Perigonium, wenn sie nur Antheridien, Perigynium, wenn sie nur Archegonien, Perigamium, wenn sie beiderlei Geschlechtsorgane einschliesst. Perichaetium nennt man die inneren Hüllblätter weiblicher oder zwitteriger Blüthen, welche sich mit der Entwickelung des Sporogoniums weiter ausbilden und den Grund des Fruchtstieles umgeben (Fig. 144 B, *pe* verglichen mit Fig. 135 A, *b*; — Fig. 148 L). Die Form der Blüthenhülle ist eine sehr verschiedene, bald die einer ver-

Fig. 135. Andreaea rupestris. A Archegoniumanlage; *a'a* die den Stiel abscheidende Wand derselben, *b* Perichätialblätter. — B Etwas älteres Archegonium mit den ersten drei Längswänden; C dasselbe in der Scheitelansicht und D im tieferen Querschnitte; die Zahlen geben die Altersfolge der Wände. — E Oberer Halstheil eines alten, aber noch geschlossenen Archegoniums im optischen Längsschnitte; die mittlere Zellenreihe ist die der Canalzellen. Nach Kühn. Vergr. A 500, B—E 800.

längerten, geschlossenen Knospe, bald die eines kugeligen oder scheibenförmigen Köpfchens.

Fig. 137.

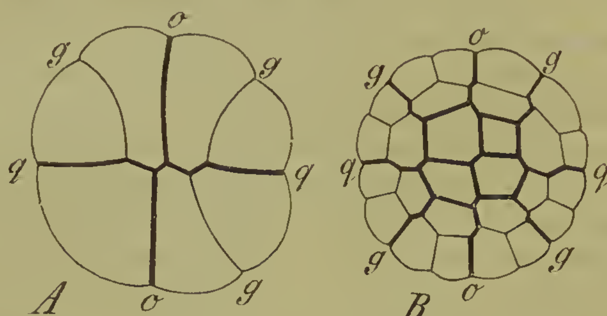


Fig. 139.

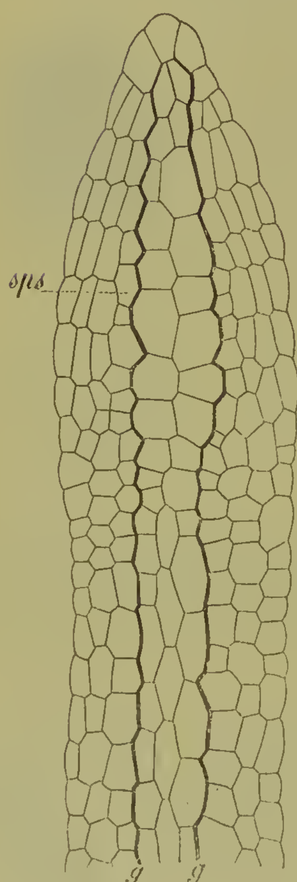


Fig. 138.

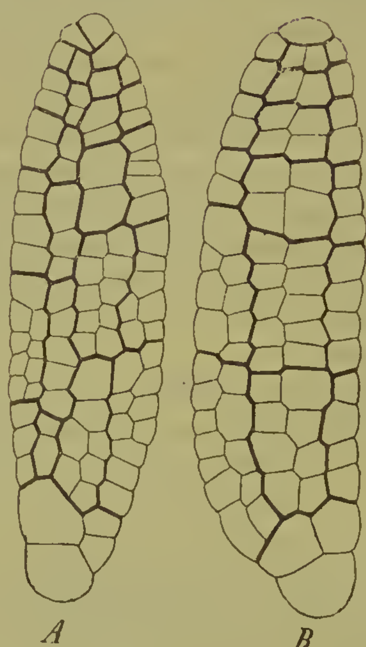


Fig. 136.

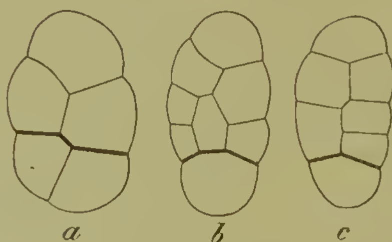


Fig. 136. Phascum cuspidatum. Junge Embryonen, *c* = *b* um 90° um die Längsaxe gedreht. Vergr. 300. Nach Kienitz-Gerloff.

Fig. 137. Phascum cuspidatum. A Querschnitt durch das 2. und 3. Segment eines 0,68 Mm. langen Embryo (Vergr. 560). B Querschnitt eines etwas älteren Embrye; die 4 mittleren Zellen bilden das Grundquadrat (Vergr. 380). Nach Kienitz-Gerloff.

Fig. 138. Phascum cuspidatum, älterer Embryo; B = A um 90° um die Längsaxe gedreht. Vergr. 200. Nach Kienitz-Gerloff.

Fig. 139. Phascum cuspidatum. Oberer Theil einer älteren Fruchtanlage, mit bereits deutlich sich abgrenzendem Kapseltheile; optischer Längsschnitt (Vergr. 200) nach Kienitz-Gerloff. *sps* Sporensack. *gg* Grenzen zwischen Amphi- und Endothecium.

Die Antheridien entstehen bei den Torfmoosen als metamorphosirte Sprosse an der Stelle einer normalen Verzweigung; bei anderen Laubmoosen sind sie metamorphosirte Blätter, insofern sie aus den Blattsegmenten des Vegetationskegels hervorgehen, oder metamorphosirte Haare in der Blattachsel; oder ein Antheridium der männlichen Blüthe entwickelt sich aus der Scheitelzelle des Sprosses, die sich dann als Papille vorstülpt (Fig. 133 A, *v*). Die ersten Theilungen in der Mutterzelle des Antheridiums erfolgen abwechselnd nach rechts und links aus einer zweischneidigen Scheitelzelle (Fig. 133 B). Die so entstehenden Segmente werden durch Tangentialwände in äussere und innere Zellen getheilt (Fig. 133 C, 134), von denen erstere sich zur Wand, letztere zum (dem gleichen Gewebe der Lebermoose ähnlichen — § 473, Fig. 126 F) Mutterzellgewebe der Spermatozoiden entwickeln. Das reife Antheridium ist bald nur kurz, bald dagegen länger (Andreaeaceen, Sphagnaceen — Fig. 148 F, G) gestielt, meistens keulenförmig, seltener eiförmig (Sphagnum, Andreaea). Es öffnet sich in der Regel wie bei den Lebermoosen, bei den Torfmoosen fast wie eine bis zur Mitte zweiklappige Kapsel (Fig. 148 G). Die Spermatozoiden sind denen der Lebermoose gleich (Fig. 148 K).

489. Die Archegonien der Laubmoose sind denen der Lebermoose (§§ 475, 476, Fig. 128) ähnlich gestaltet; nur besitzen sie meistens einen längeren Stiel und einen aus zwei (bei Sphagnum aus vier) Zellenschichten bestehenden Bauch, der allmählich in den aus 4—6 Zellenreihen gebildeten Hals übergeht. Der Ort ihrer Anlage ist dem der beblätterten Lebermoose entsprechend, ihre ersten Theilungen sind denen in dieser Classe gleich. Während aber bei den

Fig. 140.

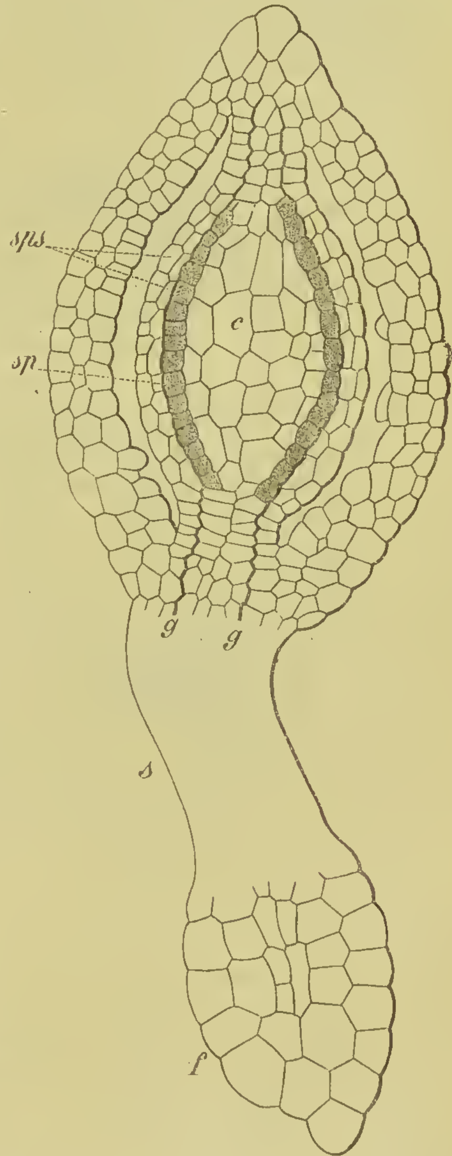


Fig. 140. Phascum cuspidatum. Längsschnitt einer jungen Frucht nach Bildung des Intercellularraumes zwischen Kapselwand und Sporensack *sps*. *sp* Sporenmutterzellen; *gg* Grenzen zwischen Amphi- und Endothecium; *c* Columella; *s* Kapselstiel; *f* Fuss. Vergr. 120. Nach Kienitz-Gerloff.

Lebermoosen nach der Entstehung der beiden Stockwerke des Bauch- und Halstheiles letzterer sich einfach durch Querwände gliedert, setzt bei den Laubmoosen die der Deckelzelle der Lebermoose entsprechende Zelle die erste Theilung wiederholt fort, indem sie sich jedesmal als Scheitelzelle wieder vorstülpt und nun die drei Längswände und die die Deckelzelle bildende Querwand in sich anlegt (Fig. 135). Die Centralzelle verhält sich derjenigen des Lebermoos-Archegoniums gleich, die Oeffnung des Halses erfolgt wie bei den Lebermoosen.

490. Das junge, aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Sporogonium bleibt nur bei Sphagnum in dem mitwachsenden Archegoniumbauche eingeschlossen. Bei allen anderen Laubmoosen wird letzterer an seiner Basis frühzeitig abgesprengt und von dem rasch wachsenden Sporogonium als Haube (calyptra) emporgetragen. Diese ist entweder ringsum geschlossen und höchstens am unteren Rande geschlitzt (mützenförmige Haube); oder sie ist auf einer Seite der Länge nach bis fast zur Spitze gespalten, so dass sie seitlich der Kapsel anhängt (kappen- oder kapuzenförmige Haube). Beim Aufspringen der Kapsel wird auch die Haube mit abgeworfen.

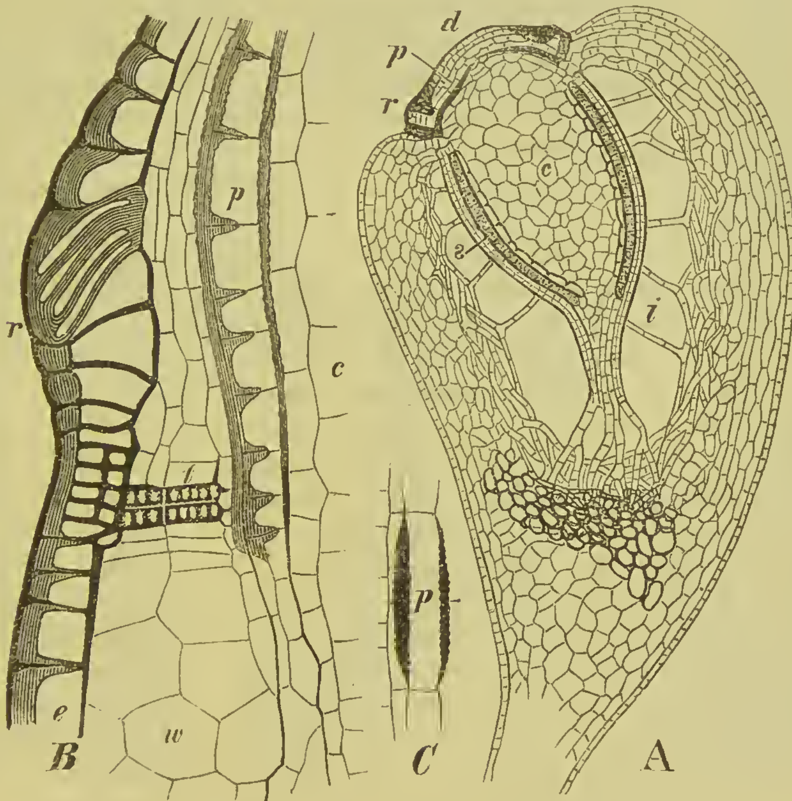
Die erste Theilung des Embryo geschieht durch eine Horizontalwand: das untere der so erzeugten beiden Stockwerke bleibt einzellig oder wird durch unregelmässig auftretende Wände wenigzellig, während in dem oberen schiefe Wände auftreten, die eine zweischneidige, wiederholt rechts und links Segmente abschneidende Scheitelzelle erzeugen (Fig. 136). Die Segmente theilen sich darauf durch Radialwände so, dass auf jedem Querschnitte des Sporogoniums vier Quadrantenzellen liegen (Fig. 137 A, *oo*, *qq*). Letztere werden weiter durch eine nicht genau radiale Wand in je eine vier- und eine dreiseitige Zelle (im Querschnitte gesehen) zerlegt (Fig. 137 A, die Wände *g*), erstere dann durch eine Tangentialwand in eine innere und äussere Zelle getheilt. Auf diese Weise entstehen auf jedem Querschnitte vier innere (das Grundquadrat bildende) und eine Reihe sich weiter theilender peripherischer Zellen (Fig. 137 B).

491. In dem unteren Theile des Sporogoniums erfolgen nun die weiteren Theilungen unregelmässig und dieses Gewebestück streckt sich zum Kapselstiele oder zur Seta, deren unterer Theil sich als Fuss in das Gewebe des Archegoniumgrundes und des Stammendes fest einbohrt, ohne jedoch mit diesen Organen zu verwachsen (Fig. 138—140). Beide umgeben dann die Basis der Seta als Scheide oder Vaginula (Fig. 144 A und 145: *v*). Nur bei den Andreaeaceen und Sphagnaceen bleibt die Seta sehr kurz (Fig. 144); dagegen streckt sich in diesen Fällen das die Kapsel tragende Sprossende stielartig als sogenanntes Pseudopodium (Fig. 144 A, *ps*; Fig. 145 *p*; Fig. 148 L), das nicht mit der echten Seta verwechselt werden darf und als Zeichen seiner Abstammung oft noch unbefruchtete und abgestorbene Archegonien mit emporträgt (Fig. 145 A, *a*). Eben so wenig ist in diesen Fällen die oft durch den Fuss und die Scheide gebildete Anschwellung an der Spitze des Pseudopodiums (Fig. 145 A, *p*; Fig. 148 L) der bei manchen Laubmoosen (Polytrichaceen, Splachnaceen) vorkommenden Anschwellung des Stielendes, der Apophyse, gleich-

bedeutend. — Entwickelung von Vorkeimfäden aus den inhaltreichen inneren Zellen des Kapselstieles und der Sporogonwand ist bei mehreren Moosen beobachtet worden.

492. Aus dem oberen Theile des jungen Sporogoniums differenzirt sich durch regelmässige Theilungen aus den peripherischen Zellen die Kapselwand sammt dem Sporensacke, beide zusammen als Amphithecium bezeichnet (Fig. 140 *sps* und die äussere dreischichtige Wand; Fig. 145 *sps* und *w*), aus den Zellen des Grundquadrates die Columella und der die Sporen bildende Raum, beide zusammen das Endothecium bildend (Fig. 140 und 145, *sp* und *c*).

Fig. 141.



Die Kapselwand ist stets mehrschichtig, zu äusserst aus einer Epidermis mit gewöhnlich dickwandigen, gefärbten Zellen (Fig. 141 A, B: *e*) gebildet, und im unteren Kapseltheile auch Spaltöffnungen entwickelnd. Die innersten Wandschichten bestehen in der Regel aus einem lockeren Gewebe, das bei allen typischen Laubmoosen von dem Sporensacke durch einen weiten Intercellularraum (Fig. 140; 141 A, *i*) getrennt ist, mit ihm

Fig. 141. Funaria hygrometrica. A Längsschnitt einer nicht ganz reifen Kapsel (Vergr. 30). — B Längsschnitt aus der unteren, äusseren Region des Deckels derselben. — C Stück eines Querschnittes von B. — *i* Intercellularraum zwischen Wand und Sporensack *s*, *c* Columella, *d* Deckel, *r* Ring, *p* Peristom, *e* Epidermis der Kapselwand, *w* die innere Gewebeschicht der letzteren, *t* dickwandige Zellen zwischen Wand und Peristom.

aber gewöhnlich durch confervenartige, verzweigte Zellenfäden stellenweise in Verbindung bleibt (Fig. 141 A). Der **Sporensack** wird nach der Wand zu meistens aus 2—3 Zellenschichten zusammengesetzt (Fig. 140 *sps*; 141 A, *s*), die eine hohlcylindrische, an Plasma reiche Zellenlage, die Mutterzellen der Sporen, umgrenzen. Letztere werden auch auf der Innenseite gewöhnlich durch eine schärfer differenzirte Zellenschicht, dem inneren Sporensacke, von einem centralen, parenchymatischen Gewebe, der **Columella**, abgegrenzt, welche mit dem unteren Theile der Kapselwand in Verbindung steht, indem sie den hier offenen Sporensack durchsetzt, und die nach oben hin sich ebenfalls durch den Sporensack in die Spitze der Moosfrucht hinein erstreckt (Fig. 140 und 141 A: *c*).

Einzelne Laubmoose weichen von diesem Typus dadurch ab, dass ihnen im reifen Zustande die Columella fehlt (Archidium), oder dass der Sporensack auf der Columellaseite weniger scharf begrenzt ist (Andreaea, Fig. 145), oder dass letzterer als ein glockenförmiges Gewebe die nicht die ganze Kapsel durchsetzende Columella überdeckt (Andreaea — Fig. 145 — Sphagnum), oder dass zwischen Sporensack und Kapselwand der Intercellularraum fehlt (Andreaea — Fig. 145 — Sphagnum).

In dem Mutterzellgewebe der **Sporen** bilden sich letztere zu je vier tetraëdrisch gelagerten Plasmaballen, die sich mit einer Membran umkleiden. Durch Auflösung der Mutterzellmembranen werden sie frei, so dass sie dann als ein lockeres Pulver den Sporensack der reifen Kapsel erfüllen.

493. Während der Sporenentwickelung gehen namentlich im Scheitel der Kapsel noch eigenthümliche Veränderungen vor sich. Hier entstehen bei den meisten Moosen in grösserer oder geringerer Tiefe unter der Epidermis eigenthümliche Wandverdickungen, welche sich durch ganze Zellenzüge, eine kurze Strecke über dem Sporensacke beginnend, bogig bis in den Scheitel fortsetzen (Fig. 141 A—C, *p*; Fig. 142 H und J, *d*) und den Mundbesatz der reifen Kapsel, das **Peristom**, bilden, dessen Structur eine äusserst mannigfaltige und für einzelne Gattungen charakteristische ist (Fig. 142). Bei vielen Moosen werden derartige Verdickungen in zwei Reihen hinter einander angelegt (Fig. 141 B; 142 C, D und F), von denen dann die inneren von den äusseren gewöhnlich durch ihre Form verschieden sind und als Cilien bezeichnet werden; oder man unterscheidet beide als äusseres und inneres Peristom. Bei der Kapselreife werden die zwischen den betreffenden Wandverdickungen liegenden, dünn gebliebenen Membranpartien aufgelöst, so dass das Peristom in Form von Zähnen, gitterartig durchbrochenen Platten etc. allein stehen bleibt, die durch dickwandige Zellen mit der Kapselwand an ihrem Grunde in Verbindung stehen (Fig. 141 B, *t*).

Erklärung der Fig. 142 auf S. 269. Peristombildungen bei Laubmoosen, A—G in der Flächenansicht, H und J im Querschnitte. A Barbula canescens. B Cinclidotus riparius. C Fontinalis antipyretica. D Mnium hornum (in der rechten unteren Hälfte ist die Kapselepidermis, unten links eine tiefere, dem inneren Peristom entsprechende Zellenschicht der Kapselwand gezeichnet). E Fissidens adiantoides. F Orthotrichum stramineum. G Atrichum undulatum. H Barbula reflexa. J Weisia recurvirostra. — *a* Ring, *d* Peristomzähne, *e* äusseres und *i* inneres Peristom, *t* Epiphragma, *ep* Epidermis, *c* Columella. — Nach Schimper und Lantzius-Beninga. — Vergr. von H 500, J 250; die übrigen Figuren stark vergrössert.

Fig. 142.



In der Höhe der Peristombasis wird ferner sehr häufig noch eine ringförmige Zone von Epidermiszellen der Kapselwand eigenthümlich gestaltet

und verdickt. Diese sich später in Folge von Quellung ausdehnenden Zellen bilden den Ring (annulus — Fig. 141 A, B, *r*; Fig. 142 A, *a*), welcher den obersten Kapseltheil bei der Reife als sehr verschieden gestalteten Deckel (Fig. 141 A: *d*) abwirft.

Beim Aufspringen der Kapsel, welches durch die grosse Hygroscopicität des Peristoms vielfach gefördert wird, zerreisst der Sporensack. Die vertrocknende Columella ragt dann nur in seltenen Fällen zur Kapselmündung heraus. Bei den Polytrichaceen wird eine zwischen den Spitzen der Peristomzähne ausgebreitete hautartige Gewebemasse als Epiphragma (Fig. 142 G, *t*) bezeichnet.

Gewisse Laubmoose sind, ausser durch die bereits erwähnten, noch durch mancherlei andere Abweichungen im Baue der Kapsel ausgezeichnet. Die Polytrichaceen besitzen ein aus Bündeln bastfaserähnlicher Zellen gebildetes Peristom (Fig. 142 G, *d*). Andere bilden gar kein Peristom aus (Gymnostomum etc.), oder letzteres entsteht dadurch, dass das den Deckel ausfüllende Kapselgewebe sich in zahnartige Klappen spaltet (Tetraphis, Fig. 147). Bei den Phascaceen öffnet sich die Kapsel überhaupt nicht, sondern dieselbe wird durch Fäulniss zerstört u. s. w.

494. Die Laubmoose tragen durch ihren geselligen Wuchs, in Folge dessen sie oft weite Strecken mit ihrem Rasen überziehen, häufig zur Charakteristik der Vegetation mancher Gegenden bei. Mit den Flechten gehen sie am weitesten nach Norden und hier nehmen sie an der Tundrenbildung oft wesentlichen Antheil.

Fossil unterscheidet man 9 noch lebende Gattungen mit 28 Arten, sämmtlich im Tertiär, eine Anzahl von ihnen im Bernstein. Am reichsten ist unter ihnen die Gattung Hypnum (12 Arten) vertreten.

Die Classe zerfällt in vier Ordnungen.

A. Das Archegonium bleibt bei der Reife des Sporogoniums als Scheide an dessen Basis zurück (nur selten wird ein geringer Rest mit emporgehoben). Das sich mit einem Deckel öffnende Sporogonium ist äusserst kurz gestielt, wird aber von dem stielartig sich verlängernden obersten Stengeltheile (dem Pseudopodium) emporgetragen. Die kurze Columella wird auf ihrem Scheitel von dem glockenförmigen Sporensacke überdeckt: Sphagna.

B. Das Archegonium wird schon früh an seiner Basis ringsum durchrissen und auf dem Scheitel des Sporogoniums als Haube (calyptra) emporgehoben.

1. Die Columella wird auf ihrem Scheitel von dem glockenförmigen Sporensacke überdeckt. Das äusserst kurz gestielte Sporogonium steht auf dem Scheitel eines Pseudopodiums und öffnet sich mit vier kreuzweise gestellten Längsrissen so, dass die sich reifenartig auswärts biegenden vier Klappen an der Basis und auf dem Scheitel verbunden bleiben: Schizocarpae (Andreaeaceae).

2. Die Columella steht oben und unten mit der Kapselwand in Verbindung, der Sporensack ist daher hohlcylindrisch. Ein Pseudopodium fehlt.

   a. Das Sporogonium bleibt geschlossen und die Sporen werden durch Verwesung der Kapselwand frei: Cloistocarpae (Phascaceae).

   b. Das Sporogonium öffnet sich durch Abwerfen eines Deckels: Stegocarpae (Bryaceae).

Fig. 145. Andreaea rupestris. Längsschnitt eines Sporogoniums zur Zeit der Theilung der Urmutterzellen der Sporen (Vergr. 80), nach Kühn. *p* Pseudopodium; *v* Vaginula; *m* der auf letzterer als Rand sitzende untere Theil des Archegoniumbauches; *a* Haube, *f* Fuss, *s* Hals, *c* Columella und *w* Wand des Sporogoniums; *sps* Sporensack; *sp* Urmutterzellen der Sporen.

Fig. 146. Plouridium subulatum Br. et Sch. Fruchttragende Pflanze stark vergrössert.

Fig. 147. Tetraphis pellucida Hedw. Rechts Pflanze mit reifer Kapsel, links solche mit Köpfchen von Brutknospen, beide schwach vergrössert; in der Mitte eine reife geöffnete und eine junge, noch von der Haube bedeckte Kapsel, stärker vergrössert.

Fig. 145.

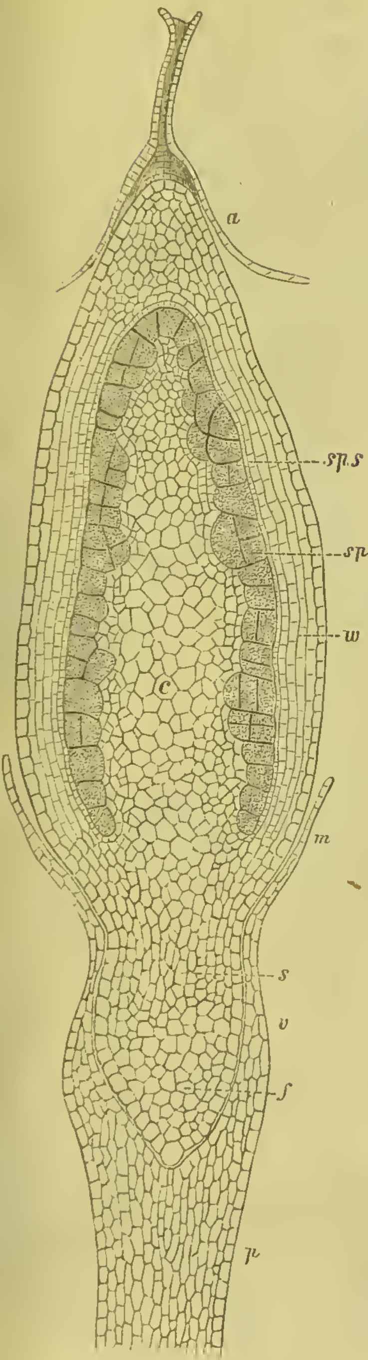


Fig. 143.



Fig. 143. Andreaea rupestris Schimp. Pflanze mit aufgesprungener Kapsel, etwa 5mal vergrössert.

Fig. 146.



Fig. 144.

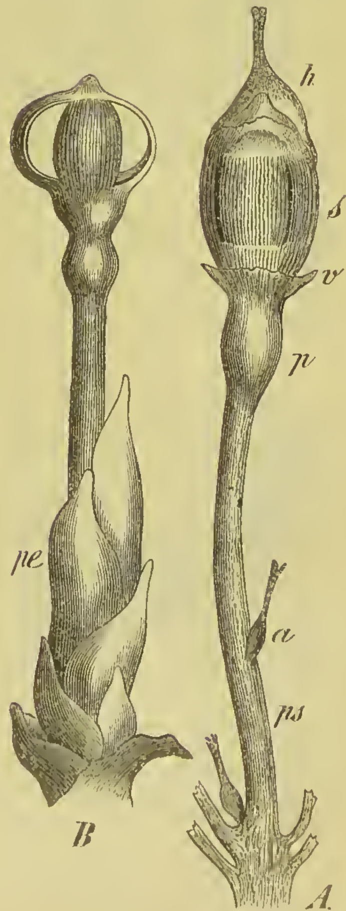


Fig. 144. Andreaea petrophila Ehrh. A Reifes, aber noch nicht geöffnetes Sporogonium: *ps* Pseudopodium; *a* nicht befruchtetes Archegonium; *p* Theil des Pseudopodiums, in welchem der Fuss der Kapsel steckt; *v* Vaginula: *s* Sporogonium; *h* Haube. — B Reifes, geöffnetes, über das Perichaetium (*pe*) emporgehobenes Sporogonium. Vergr. 25. Nach Kühn.

Fig. 147.



Fig. 148.



Fig. 148. Bau und Entwickelung der Torfmoose. Die Figurenerklärung siehe im Texte S. 273.

23. Ordnung. Schizocarpae.

495. (Fam. 39.) Andreaeaceae. Kleine acrocarpische Moose, welche in Gebirgen von 1000—4000′ auf nackten Felsen in braunen oder schwärzlichen Rasen wachsen. Die Kapsel ist sehr kurz gestielt und wird von einem Pseudopodium (Fig. 144 *p*) emporgetragen und von einer Haube bedeckt (Fig. 144, 145). Sie öffnet sich mit vier Längsspalten, indem vier Klappen, die an der Spitze und Basis verbunden bleiben, reifenartig auseinander weichen (Fig. 143, 144 B). Die Stellen, wo die Längsspalten entstehen, liegen in der Mitte zwischen den ersten Quadrantenwänden (vgl. § 490). Der glockenförmige Sporensack überwölbt die säulenförmige Columella (Fig. 145) und wird von der Kapselwand nicht durch einen Intercellularraum getrennt.

Nur eine Gattung, Andreaea, mit wenigen Arten.

24. Ordnung. Sphagna.

496. (Fam. 40.) Sphagnaceae (Torfmoose). Der Stengel besitzt nur in der Jugend Wurzelhaare. Seine Rinde besteht aus Lagen inhaltloser, spiralig oder ringförmig verdickter, durchlöcherter Zellen (Fig. 148 D), die auch in den Blättern sich finden (Fig. 148 B) und welche als Capillaren das Wasser wie ein Schwamm einsaugen und den oberen fortvegetirenden Stammenden zuführen. Die Zweige des Stämmchens entstehen neben jedem vierten Blatte. Gewisse Aeste setzen den Hauptstamm fort und werden durch allmählich von unten her erfolgende Verwesung desselben zu selbständigen Pflanzen. Andere, an der Basis bereits verzweigte Aeste legen sich zum Theil dem Hauptstamme nach unten herabhängend an, und bilden um ihn eine Hülle (Fig. 148 A). — Die Torfmoose sind monöcisch oder diöcisch. Die Antheridien tragenden Aeste sind schlank keulenförmig (Fig. 148 A, *a*) oder kätzchenförmig, mit sich dachziegelig deckenden, oft gelb oder roth gefärbten Blättern (Fig. 148 E). Die Archegonien stehen an dem knospenartigen Ende sehr kurzer Zweige (Perichätialäste — Fig. 148 A, *b*). — Die kugelige, kurz gestielte, sich mit einem Deckel öffnende Kapsel ist ohne Peristom, wird von einem Pseudopodium emporgetragen und durchbricht das Archegonium an der Spitze (Fig. 148 L). Der glockenförmige Sporensack überdeckt die kurze, fast halbkugelige Columella wie bei Andreaea und wird nicht durch Intercellularraum von der Kapselwand getrennt. Neben grösseren Sporen werden in demselben Sporogonium oder in kleineren Kapseln noch kleinere, polyëdrische, nicht keimfähige Sporen entwickelt. — Der im Wasser entwickelte Vorkeim ist fadenförmig; die auf feuchter Erde keimende Spore bildet einen gelappten, flächenförmigen Vorkeim aus.

497. Die Torfmoose bewohnen stehende Gewässer, die sie in Folge rascher Vermehrung bald mit dichter Rasendecke überziehen und in denen sie als wichtigste Torfpflanzen die Torfbildung einleiten. Sie wachsen ferner in feuchten Wäldern und auf sumpfigen Wiesen, sowohl in der Ebene, als im Gebirge, und können auch hier unter günstigen Bedingungen Moorbildung hervorrufen. Die einzige Gattung Sphagnum zählt etwa 16 deutsche Arten.

Erklärung der Fig. 148 auf S. 272. A Sphagnum acutifolium; Stück der Pflanze vergrössert; *a* männliche Blüthenkätzchen, *b* Perichätialäste mit noch eingehüllten Sporogonien. — B Stück eines Astblattes von S. cymbifolium (Vergr. 400). — C Stück eines Querschnittes

aus dem Blatte von S. cuspidatum mit den schlauchförmigen, chlorophyllhaltigen und weiten, inhaltsleeren Zellen, in deren einer ein Tüpfel getroffen wurde (Vergr. ca. 400). — D Stück eines Stengelquerschnittes von S. cymbifolium, sehr stark vergr. — E Männliches Blüthenkätzchen von S. acutifolium mit dem Basaltheile eines sterilen Astes am Grunde (Vergr. 50). — F Ein gleiches Kätzchen zum Theil entblättert, um die Antheridien zu zeigen (Vergr. 50). — G Geöffnetes und entleertes Antheridium von S. acutifolium; nur der obere Stieltheil wurde gezeichnet (Vergr. ca. 350). — H Fünf Spermatozoiden-Mutterzellen mit in Entwickelung begriffenen Spermatozoiden (Vergr. 600). — I Eine der Reife nahe Spermatozoiden-Mutterzelle (Vergr. 1200). — K Spermatozoid (Vergr. 1200). — L Reife Kapsel von S. acutifolium mit den Resten des Archegoniums, dem Perichätium und dem Basaltheile eines sterilen Aestchens am Grunde des letzteren (stark vergr.). — Nach Schimper.

25. Ordnung. Cleistocarpae.

498. Die Ordnung der Faulfrüchtler enthält winzige Moose, deren Stämmchen in der Regel bis zur Reife der Kapsel mit dem Vorkeime in Verbindung bleiben (Fig. 149). Die Kapsel ist oft nur sehr kurz gestielt und dann die Basis der Seta zu einem kugeligen Fusse angeschwollen (Archidium). Sie enthält in den meisten Fällen eine Columella, trägt eine Haube (bei Archidium nicht) und öffnet sich nicht mit Deckel, sondern zerreisst unregelmässig oder verfault.

Fig. 149.



Es werden mehrere kleine Familien unterschieden. Ihre wichtigsten deutschen Gattungen sind: Ephemerum; bei der Reife ohne Columella, Haube mützenförmig. — Archidium: Kapsel kugelig, bei der Reife ohne Columella; Archegonium seitlich gesprengt, daher keine eigentliche Haube. — Pleuridium: Haube kappenförmig, Kapsel zugespitzt (Fig. 146). — Sporledera: Haube mützenförmig, am Rande zerschlitzt; Kapsel zugespitzt. — Sphaerangium: Haube sehr klein, mützenförmig; Kapsel kugelig. — Phascum: Haube gross, kappenförmig; Kapsel mit stumpfer Spitze.

26. Ordnung. Stegocarpae (Bryinae).

499. Die Deckelfrüchtler öffnen die Kapsel stets durch Abwerfen eines Deckels, entweder unmittelbar oder mit Hülfe eines Ringes. — Sie bilden die Hauptmasse der Laubmoose und ihre wichtigsten deutschen Unterordnungen resp. Familien lassen sich folgendermaassen gruppiren.

1. Sporenkapsel mit seltenen Ausnahmen gipfelständig an der Hauptaxe: Musci acrocarpi (Fig. 147, 150, 151).
   - A. Stengel (wenigstens der sterile) 2-reihig beblättert.
     1. Blätter der sterilen Stengel vertical angeheftet, herablaufend, unter einander verschmelzen, der Stengel daher farnblattähnlich; fruchtbare Stengel mit mehrreihigen, quer angehefteten Blättern: Schistostegaceae (Schistostega — Fig. 150).
     2. Blätter an allen Stengeln quer angeheftet.
        - a. Blätter aus scheidiger Basis durch die austretende Mittelrippe plötzlich lang pfriemenförmig: Distichiaceae (Distichium).
        - b. Blätter schwertförmig reitend, indem die verlängerte Mittelrippe nach vorne und hinten breit blattartig geflügelt ist (Blatt an dasjenige von Iris erinnernd): Fissidentaceae (Fissidens).

Fig. 149. Ephemerum serratum Hampe. Fruchttragende Pflanze auf dem Vorkeime, stark vergrössert.

B. Stengel stets mehrreihig beblättert.

1. Blätter weisslich, wie bei den Torfmoosen aus zweierlei, in 2—3 Schichten liegenden Zellen gebildet: schlauchförmigen, Chlorophyll führenden und grossen, lufthaltigen, porösen Zellen: Leucobryaceae (Leucobryum).

2. Blätter normal gebaut.

a. Peristom aus 16, 32 oder 64 ungegliederten, zungenförmigen Zähnen, aus dickwandigen Faserzellen bestehend, gebildet, die Zähne an der Spitze unter einander durch ein Epiphragma verbunden (Fig. 142 G). Blätter auf der Oberseite der Mittelrippe mit Längslamellen: Polytrichaceae (Atrichum, Polytrichum — Fig. 151).

b. Peristom 4-zähnig, die Zähne aus dem kreuzweise gespaltenen, vielzelligen Gewebe des Deckelinneren gebildet: Tetraphidaceae (Tetraphis — Fig. 147).

c. Peristom einfach oder doppelt, aus Membranverdickungen in Form einfacher oder gespaltener Zähne gebildet, oder rudimentär oder fehlend.

0 Inneres Peristom von einer kegelförmigen, mit 16 oder 32 Längsfalten versehenen Haut gebildet, das äussere aus sehr kleinen Zähnen bestehend: Buxbaumiaceae (Buxbaumia, Diphyscium).

00 Inneres Peristom, wenn vorhanden, nur aus Zähnen gebildet.

α. Zellnetz der Blätter überall sehr grossmaschig. Blätter nie mit Papillen.

† Apophyse nicht oder doch nur unbedeutend vortretend: Funariaceae (Funaria, Discelium, Physcomitrium).

†† Apophyse sehr stark, kugelig, birnförmig, eiförmig oder schirmartig-häutig: Splachnaceae (Splachnum).

β. Zellnetz der Blätter gegen die Spitze enger, die chlorophyllreichen Zellen dickwandiger, parenchymatisch oder prosenchymatisch; Zellen der Blattbasis ein weiteres, durchsichtigeres Netz bildend. Blätter oft papillös.

† Peristom meist doppelt, sehr selten einfach oder fehlend. Haube kappenförmig. Blätter meist breit, selten papillös. Kapsel meist lang gestielt, oft übergeneigt, meist hängend, selten aufrecht: Bryaceae (Webera, Bryum, Mnium, Meesea, Paludella, Aulacomnion, Bartramia, Philonotis).

†† Peristom meist einfach, bisweilen doppelt, selten fehlend. Blätter meist schmal.

* Blätter oft papillös, ihre Zellen in der Spitze klein und rundlich. Kapsel auf sehr verkürztem Stiele zwischen den Blättern eingesenkt sitzend oder auf etwas verlängertem Stiele wenig emporgehoben, fast stets symmetrisch. Peristom einfach, bisweilen doppelt, selten fehlend, die Zähne desselben meist papillös. Haube meist mützenförmig: Grimmiaceae (Grimmia, Racomitrium, Cinclidotus, Hedwigia, Coscinodon, Ulota, Orthotrichum, Encalypta).

** Blätter papillös oder glatt. Kapsel meist lang gestielt, aufrecht, fast immer symmetrisch. Peristom einfach, selten fehlend, mit 16 bis fast zur Basis getheilten oder 32 ungetheilten, schmalen, papillösen Zähnen. Haube meist kappenförmig: Pottiaceae (Pottia, Barbula, Trichostomum, Leptotrichum, Ceratodon).

*** Blätter schmal, ganz glatt. Kapsel verlängert gestielt, aufrecht, symmetrisch. Peristom aus 16 ungetheilten, glatten Zähnen bestehend, bisweilen fehlend. Haube kappenförmig, oder mützenförmig und dann gelappt: Soligeriaceae (Soligeria, Blindia).

**** Blätter papillös oder glatt. Kapsel oft verlängert gestielt (bei Systegium eingesenkt), symmetrisch oder unsymmetrisch. Peristom einfach, aus 16 meist bis unter die Mitte 2-schenkeligen Zähnen gebildet, selten fehlend oder die Kapsel durch Querhaut geschlossen. Haube kappenförmig: Weisiaceae (Gymnostomum, Weisia, Cynodontium, Dicranum, Dicranella, Campylopus).

Fig. 151.



Fig. 150.



Fig 154.



Fig. 153.

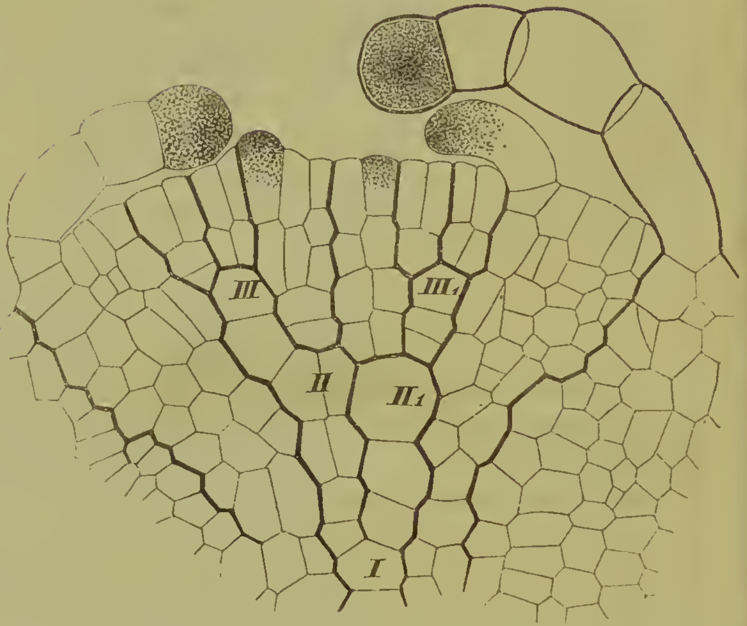


Fig. 152.



II. Sporenkapseln seitenständig: Musci pleurocarpi (Fig. 152).
A. Grosse, lang fluthende Wassermoose; die dreireihigen Blätter ohne Papillen und ihre Zellen überall prosenchymatisch. Inneres Peristom überall oder oben zu einer offenen, gitterartigen Kuppel vereinigt: Fontinalaceae (Fontinalis, Dichelyma).
B. Erd-, Stein-, Baum- oder Sumpfmoose.
1. Blätter an dem verflachten Stengel meist scheinbar 2-reihig, glatt.
a. Haube mützenförmig. Blattzellen prosenchymatisch: Hookeriaceae (Pterygophyllum).
b. Haube meist kappenförmig. Inneres Peristom mit basilärer Haut und wie das äussere 16-zähnig: Neckeraceae (Neckera, Homalia, Leucodon).
2. Blätter mehrreihig.
a. Blätter papillös oder warzig; Zellen der Blattmitte verdickt, parenchymatisch. Haube kappenförmig: Leskeaceae (Leskea, Anomodon, Thuidium).
b. Blätter glatt.
0 Peristom einfach oder doppelt, 8- oder 16-zähnig. Haube kappenförmig: Fabroniaceae (Fabronia, Anacamptodon).
00 Peristom doppelt. Inneres Peristom mit 16-kielig-faltiger Basilarhaut und 16 gekielten Fortsätzen, zwischen denen je meist 2—4 knotig-gegliederte Wimpern stehen. Haube kappenförmig: Hypnaceae (Pterigynandrum, Lescuraea, Climacium, Isothecium, Orthothecium, Homalothecium, Brachythecium, Eurhynchium, Plagiothecium, Hypnum, Hylocomium).

III. Gruppe. Cryptogamae vasculares. Gefässkryptogamen.

500. Die Gefässkryptogamen zeigen stets einen beblätterten Stamm, der mit seltenen Ausnahmen (manche Hymenophyllaceen, Psilotum, Salvinia) auch Wurzeln entwickelt. Sein Gewebe differenzirt sich in Epidermis, Grundgewebe und Fibrovasalstränge. Letztere sind auf dem Querschnitte des Stammes zerstreut, durch Grundgewebe getrennt; sie sind ferner stets geschlossen, so dass dem Stamme ein Dickenwachsthum abgeht, zeigen im Uebrigen aber mannigfaltige Anordnung zu einander und auch manche Abwechselung in ihrem Baue, obgleich das Phloëm den Xylemkörper meistens scheidenartig umgiebt (§ 96, Fig. 24 auf S. 52). Die Verzweigung des Stammes ist bald monopodial, bald dichotom.

Die Blätter zeigen äusserst verschiedene Formen. In den allermeisten Fällen sind sie die Erzeuger ungeschlechtlicher Fortpflanzungsorgane, der Sporangien, die oft sogar auf eigenthümlich metamorphosirten Blättern oder Blatttheilen entwickelt werden.

501. Die in den Sporangien gebildeten Sporen sind bei manchen Ordnungen von zweierlei Form und Grösse. Aus ihnen entsteht bei der Kei-

Fig. 150. Schistostega osmundacea Web. et M. Pflanze mit Sporogonien, stark vergrössert.

Fig. 151. Polytrichum commune L. Rechts eine männliche Pflanze; in der Mitte eine solche, deren Kapsel noch von der filzigen Haube bedeckt ist; links eine Pflanze mit freier Kapsel. Natürliche Grösse.

Fig. 152. Brachythecium populeum Br. et Sch. Natürliche Grösse.

Fig. 153. Asplenium Serpentini. Theil des Scheitels eines jungen Blattes in der Flächenansicht (Vergr. 285), nach Sadebeck. I, II und III sind die gabelnden Zellenzüge, welche die Bildung der Nerven einleiten. Die mit Inhalt gezeichneten Zellen sind junge Haare.

Fig. 154. Aspidium Filix mas Sw. Brutknospe auf der Blattstielbasis; natürliche Grösse.

mung ein thallusartiger Zellenkörper, der Vorkeim oder das Prothallium, welches als Geschlechtsorgane Antheridien und Archegonien entwickelt. Bei zweierlei Sporen erzeugen die sogenannten Mikrosporen nur Vorkeime mit männlichen, die Makrosporen solche mit weiblichen Organen. Der aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Embryo wird schon durch die ersten Theilungen in das Gewebe des ersten Blattes, der ersten Wurzel, des Stammscheitels und des Fusses differenzirt. Letzterer ist ein gewöhnlich wulstartig vortretendes Gewebe, welches sich dem fortwachsenden Archegoniumbauche dicht anschmiegt und dadurch dem Embryo Nahrung aus dem Vorkeime zuführt, so lange er nicht selbst in genügendem Maasse assimilirt.

Die beiden Abschnitte im Generationswechsel dieser Gruppe stehen also in der Weise denjenigen der Muscineen gegenüber, als die vollständig entwickelte, ungeschlechtliche Pflanze der Gefässkryptogamen dem Sporogonium der Moose, das geschlechtliche Prothallium der ersteren dem Vorkeime sammt der beblätterten Pflanze der letzteren entspricht.

502. So weit unsere Kenntnisse reichen, lassen sich die Gefässkryptogamen in folgende drei Classen eintheilen.

VII. Classe. **Filicinae.** Die Blätter sind im Verhältniss zum spärlich oder garnicht verzweigten Stamme in der Regel mächtig entwickelt. Die Sporangien werden als echte Trichome mit Centralzelle für die Sporenmutterzellen, oder als Emergenzen oder Zellengruppen ohne solche zahlreich auf der Unterseite oder am Rande oder im Inneren gewöhnlicher oder metamorphosirter Blätter oder Blattabschnitte entwickelt, die nicht auf bestimmte Regionen des Stammes beschränkt sind. Die Sporen sind von einerlei Grösse und Form und erzeugen selbständig vegetirende, monöcische Prothallien; oder sie sind Mikro- und Makrosporen, deren Prothallien mehr oder minder rudimentär und mit der Spore in steter Verbindung bleiben.

VIII. Classe. **Equisetinae.** Die Blätter sind im Verhältniss zum gewöhnlich reich und quirlig verzweigten Stamme klein, scheidenförmig geschlossen und am Rande gezähnt. Die Sporangien werden zu mehreren als Emergenzen auf der Unterseite quirlig gestellter, metamorphosirter, schildförmiger und gestielter Blätter entwickelt, die am Ende des Stammes oder seiner Zweige eine dichte Fruchtähre bilden; ihre Sporenmutterzellen sind nicht auf eine einzige Centralzelle zurückführbar. Sie erzeugen nur eine Art von Sporen, die sich von denjenigen aller übrigen Gefässkryptogamen durch zwei mit der Sporenhaut verbundene, in Folge grosser Hygroskopicität auf- und abrollbare Spiralbänder oder Schleuderer auszeichnen. Aus den Sporen entstehen selbständig vegetirende, in der Regel diöcische (kleinere männliche und grössere weibliche) Prothallien.

IX. Classe. **Lycopodinae.** Die Sporangien entstehen einzeln auf der Basis oder in der Achsel meist wenig entwickelter, häufig am Ende der Sprosse besondere Fruchtstände bildender Blätter und sind ihrer Anlage nach Emergenzen ohne einzelne Centralzelle für die Sporenmutterzellen. Die Sporen sind entweder von gleicher Grösse und Form und erzeugen dann ein unterirdisch vegetirendes, chlorophyllloses, monöcisches Prothallium; oder sie sind als Mikro- und Makrosporen ausgebildet, deren kleine oder rudimentäre Prothallien in der Sporenhaut eingeschlossen bleiben.

VII. Classe. Filicinae.

503. Die hierher gehörenden Ordnungen und Familien, deren Gesammtcharakter im § 502 gegeben wurde, lassen sich etwa in folgender Weise aneinander reihen.

I. Isospore Filicineen. Nur einerlei Sporangien mit einerlei Sporen vorhanden, welche meistens monöcische, grosse Prothallien entwickeln. Wo, wie bei manchen Marattiaceen, in demselben Sporangium radiäre und bilaterale Sporen zur Ausbildung kommen, werden dennoch nicht die zweierlei Prothallien der heterosporen Filicineen erzeugt.

A. Die Sporangien entstehen frei auf der Oberfläche gewöhnlicher oder verhältnissmässig nur wenig metamorphosirter Blätter. Das chlorophyllreiche Prothallium ist oberirdisch.

1. **Filices.** Ohne Nebenblätter. Blätter im Knospenzustande schneckenförmig nach vorne eingerollt. Sporangien (so weit bekannt) sich aus nur einer Epidermiszelle entwickelnd, stets einfächerig und mit Centralzelle für die Sporenmutterzellen, dünnwandig, fast immer mit einem Ringe (annulus) eigenthümlich gestalteter Zellen versehen, nur selten der Ring rudimentär, das Aufreissen der Sporangiumwand zum Zwecke der Sporenausstreuung durch Quer- oder Längsriss erfolgend. Antheridien frei über das Prothalliumgewebe vorragend.

a. Hymenophyllaceae. Sporangien sitzend, mit einem vollständigen, schiefen oder horizontalen Ringe (Fig. 171), sich durch Längsriss öffnend, auf einem über den Blattrand als Columella vorragenden Nervenende sitzend und von einem zweiklappigen oder röhren- bis trichterförmigen Schleier (Fig. 171) umgeben. Blätter (mit Ausnahme der Nerven) fast stets einschichtig und ohne Spaltöffnungen. Die ersten Zelltheilungen des Prothalliums finden schon in der noch geschlossenen Spore statt (Fig. 159).

b. Cyatheaceae. Sporangien sitzend oder kurz gestielt, mit einem vollständigen, schiefen, aber nahe dem Scheitel und der Anheftungsstelle des dicken Stieles verlaufenden Ringe (Fig. 173), durch einen Querriss sich öffnend; Schleier vorhanden oder fehlend.

c. Polypodiaceae. Sporangien meist lang gestielt, mit einem senkrecht über den Scheitel laufenden, unvollständigen Ringe, sich durch einen Querriss öffnend (Fig. 158), mit oder ohne Schleier, ihre Stellung verschieden.

d. Gleicheniaceae. Sporangien sitzend, mit einem vollständigen, horizontal etwas oberhalb der Mitte verlaufenden Ringe (Fig. 174), sich durch Längsriss öffnend, gewöhnlich nur zu wenigen beisammen und ohne Schleier auf der Blattunterseite den Nerven aufsitzend.

e. Schizaeaceae. Sporangien sitzend oder kaum gestielt, mit vollständigem, horizontal dicht unterhalb des Scheitels verlaufendem, turbanartigem Ringe, sich durch Längsriss öffnend, meist ohne Schleier (Fig. 175, 176).

f. Osmundaceae. Sporangien sehr kurz und dick gestielt, mit einem rudimentären Ringe, der nur aus einer kleinen Gruppe eigenthümlicher, nahe dem Scheitel auf dem Rücken des Sporangiums gelegener Zellen gebildet wird, an der diesem Ringe gegenüber liegenden Seite mit einem Längsrisse aufspringend (Fig. 177). Schleier fehlt.

2. **Marattiaceae.** Mit Nebenblättern. Blätter in der Knospe spiralig eingerollt. Sporangien sich aus einer ganzen Gruppe von Epidermiszellen entwickelnd. Antheridien dem Prothalliumgewebe eingesenkt.

a. Angiopterideae. Sporangien einfächerig, dickwandig, sitzend, mit einem nach Art der Osmundaceen rudimentären Ringe und wie bei letztgenannter Familie sich öffnend, ohne Centralzelle für die Sporenmutterzellen, stets zu mehreren auf den Nerven der Blattunterseite einen Fruchthaufen oder Sorus bildend, wie bei den folgenden beiden Familien ohne Schleier.

b. Marattieae. Sporangien dickwandig, sitzend oder gestielt, ohne Ring, mehrfächerig, die Fächer ohne Centralzelle, sich mit je einem Längsrisse in eine napfförmige Vertiefung des Sporangienscheitels öffnend (Kaulfussia), oder das Sporangium muschelförmig-zweiklappig aufspringend und die Fächer durch je einen Längsriss auf der Trennungsfläche mündend (Marattia — Fig. 178).

c. Danaeaceae. Wie vorige Familie, aber jedes Sporangiumfach sich auf seinem Scheitel mit einem Porus öffnend.

B. Ophioglossaceae. Mit Nebenblättern. Blätter in der Knospe aufrecht. Die Sporangien sind rundliche Zellengruppen im Inneren metamorphosirter Blattabschnitte, welche auf der Vorderseite des Blattes entspringen; sie werden von der gewöhnlichen Blattepidermis überzogen, besitzen keinen Ring und öffnen sich mittelst eines Längs- oder Querrisses. Das chlorophylllose Prothallium ist unterirdisch und hat die Antheridien im Gewebe eingesenkt (Fig. 184—188).

II. Heterospore Filicineen oder Rhizocarpeae. Zweierlei Sporen in verschiedenen Sporangien: zahlreiche Mikrosporen in den Mikrosporangien und eine einzige Makrospore in jedem Makrosporangium entwickelnd. Beiderlei Sporangien ohne Ring, frei im Inneren metamorphosirter, geschlossener, fruchtartiger, bohnenförmiger oder kugeliger Blatttheile, den Sporocarpien. Mikrosporen bei der Keimung ein sehr rudimentäres Prothallium mit Antheridium oder direct die Spermatozoiden erzeugend. Makrosporen das kleine, mit der Spore in Verbindung bleibende, chlorophyllhaltige, weibliche Prothallium entwickelnd.

A. Marsiliaceae. Makro- und Mikrosporangien in derselben Sporenfrucht. Blätter im Knospenzustande schneckenförmig nach vorne gerollt (Fig. 193—200).

B. Salviniaceae. Makro- und Mikrosporangien getrennt in verschiedenen Sporenfrüchten, aber auf derselben Pflanze. Blätter in der Knospenlage einfach gefaltet (Fig. 189—192).

I. Reihe. Isospore Filicineen (S. 279).

27. Ordnung. Filices.

504. Die stets mittelst einer Scheitelzelle (§ 114, 115) wachsende Axe der Farne ist bald ein im Boden oder auf der Erde oder an Baumstämmen kriechendes, oft fadendünnes Rhizom, bald ein schief aufsteigendes, wenig entwickeltes Stämmchen, bald ein senkrechter, säulenartiger Stamm. Eine Verzweigung findet seltener statt, wie bei anderen Pflanzen; sie ist in allen genauer untersuchten Fällen eine monopodiale. Gewöhnlich ist der ganze Stamm mit schuppenartigen Trichomen (Spreuschuppen), wenigstens an seinen jüngeren Theilen, bedeckt. Eben so häufig ist er dicht von Neben- und Adventivwurzeln eingehüllt, welche die früh absterbende Hauptwurzel der Farnkräuter ersetzen müssen und bei Axen mit sehr gedrängt gestellten Blättern aus den Blattstielbasen entspringen. Ueber das Wurzelwachsthum ist § 118 (Fig. 34) nachzusehen.

Die Blätter stehen an den Rhizomen oft weit vom nackten Scheitel entfernt und in zwei Zeilen geordnet; bei aufrechten oder aufsteigenden Stämmen aber hüllen sie den Vegetationskegel als Knospe ein und sind spiralig gestellt. In der Jugend sind sie mit der Spitze stets spiralig oder schneckenförmig nach vorne eingerollt. Eine keilförmige, rechts und links

Fig. 155. Nervationstypen von Farnen. *a* Nervatio Caenopteridis (Acrostichum peltatum). *b* N. Ctenopteridis (Acrostichum villosum). *c* N. Pecopteridis (Polybotrya pubens). *d* N. Taeniopteridis (Oleandra pilosa). *e* N. Sphenopteridis (Asplenium falcatum). *f* N. Eupteridis (Asplenium heterodon). *g* N. Neuropteridis (Gymnogramme tomentosa). *h* N. Cyclopteridis (Adiantum reniforme). *i* N. Goniopteridis (Asplenium esculentum). *k* N. Goniopteridis (Meniscium reticulatum). *l* N. Pleocnemiae (Hemitelia grandifolia). *m* N. Marginariae (Polypodium serpens). *n* N. Doodyae (Woodwardia radicans). *o* N. Sagoniae (Onoclea sensibilis). *p* N. Phlebodii (Polypodium sporodocarpum). *q* N. Drynariae (Polypodium quercifolium). *r* N. Anaxeti (Polypodium crassifolium). — Alle Figuren (mit Ausnahme der vergrösserten *p*) in natürlicher Grösse.

Fig. 155.



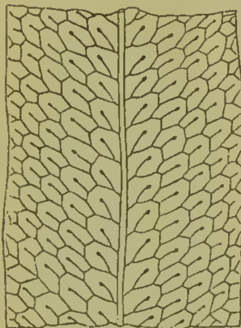
segmentirende Scheitelzelle functionirt nur kurze Zeit; das Flächenwachsthum findet später durch gleichgestaltete, regelmässig durch Radial- und Tangentialwände sich theilende Randzellen statt (Fig. 153, S. 276). Das oft lange

andauernde Spitzenwachsthum wurde bereits im § 165, das Vorkommen von Brutknospen (Fig. 154) auf der Lamina und am Blattstiele im § 158 erwähnt.

In ihrer Gestalt und Grösse variiren die Blätter der Farne mehr, als die der meisten anderen Pflanzenfamilien. Vom kleinsten, kaum 1 Cmtr. langen, moosblattähnlichen Blatte der niedrigst organisirten Hymenophyllaceen, bis zu den 3—4 und mehr Meter langen und breiten, vier- bis fünffach gefiederten Blättern mancher Baumfarne giebt es eine lange Reihe mannigfaltiger Uebergänge. Ebenso wechselnd ist die namentlich für die Classification der fossilen und vieler Gattungen der lebenden Farne wichtige Nervatur, deren wichtigste Formen in den Figuren 155 und 156 gegeben wurden, sowie das Vorkommen von Spreuschuppen und Haaren.

505. Die Sporangien der Farne entwickeln sich auf der Unterseite oder am Rande der Blätter, sehr selten auch auf der oberen Blattfläche (Polybotrya cervina). In den wenigsten Fällen sind sie gleichmässig (mit Ausnahme der Mittelrippe) über die ganze Blattunterseite vertheilt, so dass diese dicht von Sporangien bedeckt wird (Acrostichaceen). Meistens entwickeln sie sich über bestimmten Stellen der Gefässbündel oder Nerven, kleine, bestimmt umschriebene Gruppen (Sori) bildend, die entweder nackt oder von einem schuppenartigen Trichomgebilde, dem Schleier (Indusium — Fig. 158 A, *i*) oder auch vom umgeschlagenen Blattrande bedeckt sind. Für die Unterscheidung von Gattungen sind Form des Sorus sowie Gestalt und Anheftung des Schleiers, von dem einige Formen in Fig. 157 dargestellt wurden, von Wichtigkeit.

Fig. 156.



Bei manchen Gattungen oder Familien sind die sterilen und fructificirenden Blätter verschieden gestaltet (Blechnum — Lomaria), oder ein fructificirender Blattabschnitt unterscheidet sich durch seine Form von einem sterilen. Oft ist an den sporangientragenden Blatttheilen das Parenchym bis auf wenige Lagen um die Nerven herum reducirt (Osmunda, Aneimia etc.).

506. Die Sporangien eines Sorus stehen meistens auf einer über dem Nerven sich erhebenden Anschwellung des Blattparenchyms, dem Receptaculum, das häufig einen kurzen Nervenast aufnimmt (Fig. 158 A, *r*). Das einzelne Sporangium tritt bei den Polypodiaceen als papillöse Ausstülpung einer einzelnen Epidermiszelle hervor, welche durch Querwand sich abgliedert und gleich darauf noch einmal durch eine Querwand (Basalwand) in einen Stiel und die eigentliche Sporenkapsel getheilt wird. In letzterer entstehen dann, unter Winkeln von etwa 120° im Kreise divergirend, nach einander drei geneigte, einander schneidende Wände (Fig. 158 B und C im optischen Längsschnitte, E und F im Querschnitte, die Ziffern in der Altersfolge der Wände), welche drei peripherische (Wand-) Zellen und eine mittlere tetraëdrische Zelle bilden. Letztere zerfällt durch eine dem Scheitel parallele Wand in eine tetraëdrische Centralzelle (Fig. 158 D, *c*) und eine vierte Wandzelle. Aus den vier Wandzellen, die sich durch Radialwände

Fig. 156. Nervatio Goniophlebii (Polypodium neriifolium).

weiter theilen (Fig. 158, G—L), entsteht die Sporangienwand, in welcher eine senkrecht über den Scheitel verlaufende Zellenreihe (Fig. 158 K und L: *a*)

Fig. 157.



Fig. 157. Sorus- und Schleierformen von Polypodiaceen; die meisten Figuren vergr.; *a* Adiantum; *b* dasselbe, Stück des Sorus auf der Unterseite des zurückgeschlagenen Fiederlappens. *c* Lindsaya. *d* Blechnum; *e* dasselbe, Stück einer Fieder mit theilweise entfernten Indusien. *f* Cystopteris; *g* dieselbe, einzelner Sorus. *h, i* Davallia. *k* Cheilanthes; *l* dieselbe, Stück des Fiederrandes mit 2 Seri, von dem einen der Schleier zurückgeklappt. *m* Pteris; *n* dieselbe, Fiederstück stärker vergr. *o* Woodwardia; *p* dieselbe, Fiederstück stärker vergr. *q* Scolopendrium. *r, s* Asplenium. *t* Aspidium. *u* Woodsia; *v* dieselbe, einzelner Sorus. *w* Gymnogramme. *x* Polypodium; *z* dasselbe, Stück der Fieder vergrössert.

Fig. 158.

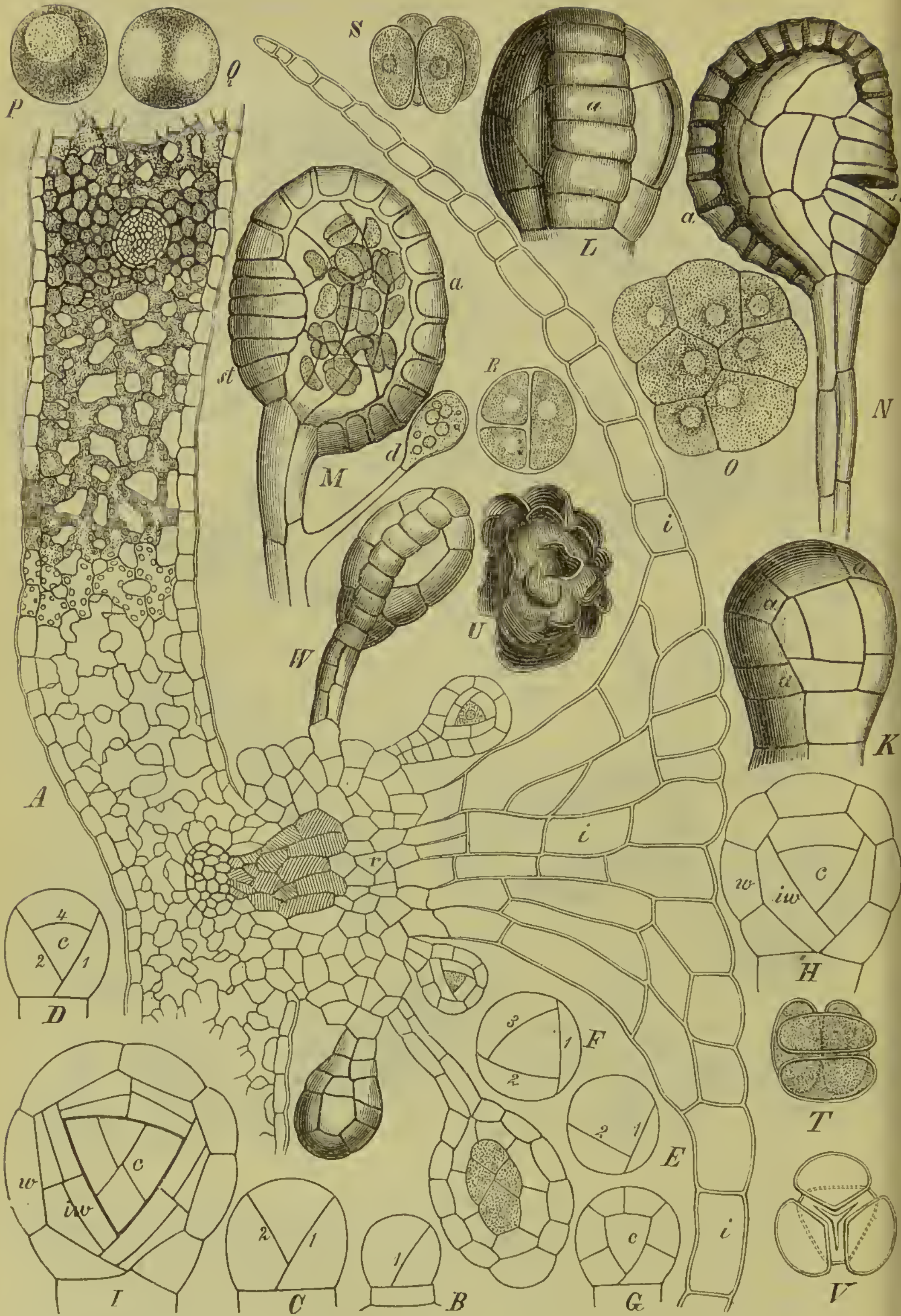
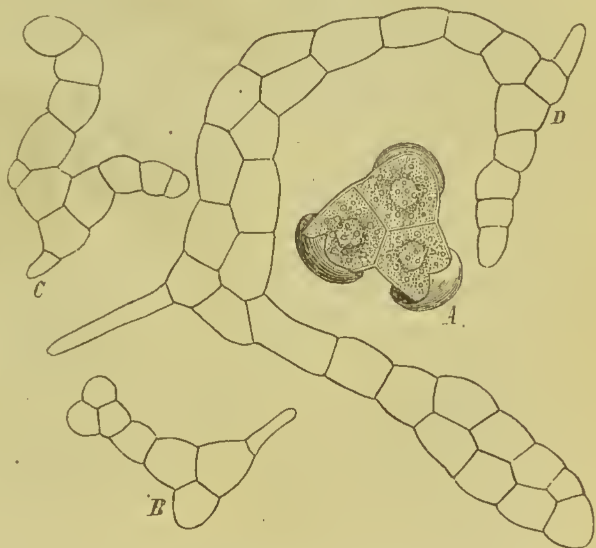


Fig. 158. A Querschnitt durch eine Fieder mit Sorus von Aspidium Filix mas Sw. Der Zelleninhalt wurde nur theilweise angedeutet (Vergr. ca. 100). B—J Entwickelung des Sporangiums von Aspidium trifoliatum (Vergr. 350). K Junges Spo-

durch häufigere Theilungen sich zum etwas über die Sporangienoberfläche vortretenden Ringe differenzirt, dessen Innen- und Seitenwände sich stark verdicken (Fig. 158 M, N) und braun oder gelb färben, während die übrigen Wandzellen dünnwandig bleiben. Auf der Vorderseite des Sporangiums geht bei den Polypodiaceen und Cyatheaceen der Ring in schmale, quergestreckte Zellen über, die den Mund (stomium) bilden, wo das Sporangium zur Zeit der Reife durch Streckung des hygroskopischen Ringes aufreisst (Fig. 158 M, N: *st*; Fig. 173 a—d).

507. Die Centralzelle des jungen Sporangiums gliedert zunächst durch den ersten Hauptwänden parallele Theilungen als innere Wandschicht vier Mantelzellen ab (Fig. 158 H, *iw*), welche sich durch Radial- und Tangentialwände weiter theilen (Fig. 158 I, *iw*), später aber wieder aufgelöst und für die Ernährung der wachsenden Sporen verbraucht werden. Letztere entstehen durch wiederholte Zweitheilung der Centralzelle (Fig. 158 I, *c*) in gewöhnlich 16 Sporenmutterzellen und Viertheilung dieser, die entweder simultan nach den Ecken eines Tetraëders oder succedan in zwei einander rechtwinkelig kreuzenden Ebenen erfolgt. Im ersteren Falle sind die Sporen kugeltetraëdrisch (radiär) und mit drei leistenartigen, sternförmig auf dem Scheitel zusammenstossenden Verdickungen versehen (Fig. 158 V), im letzteren bohnenförmig (bilateral) und mit nur einer Längsleiste auf der concaven Seite (Fig. 158 S—U). Die gewöhnlich gefärbte Sporenmembran, welche erst nach erfolgter Theilung der Mutterzellen um den Plasmainhalt derselben sich bildet, besitzt

Fig. 159.

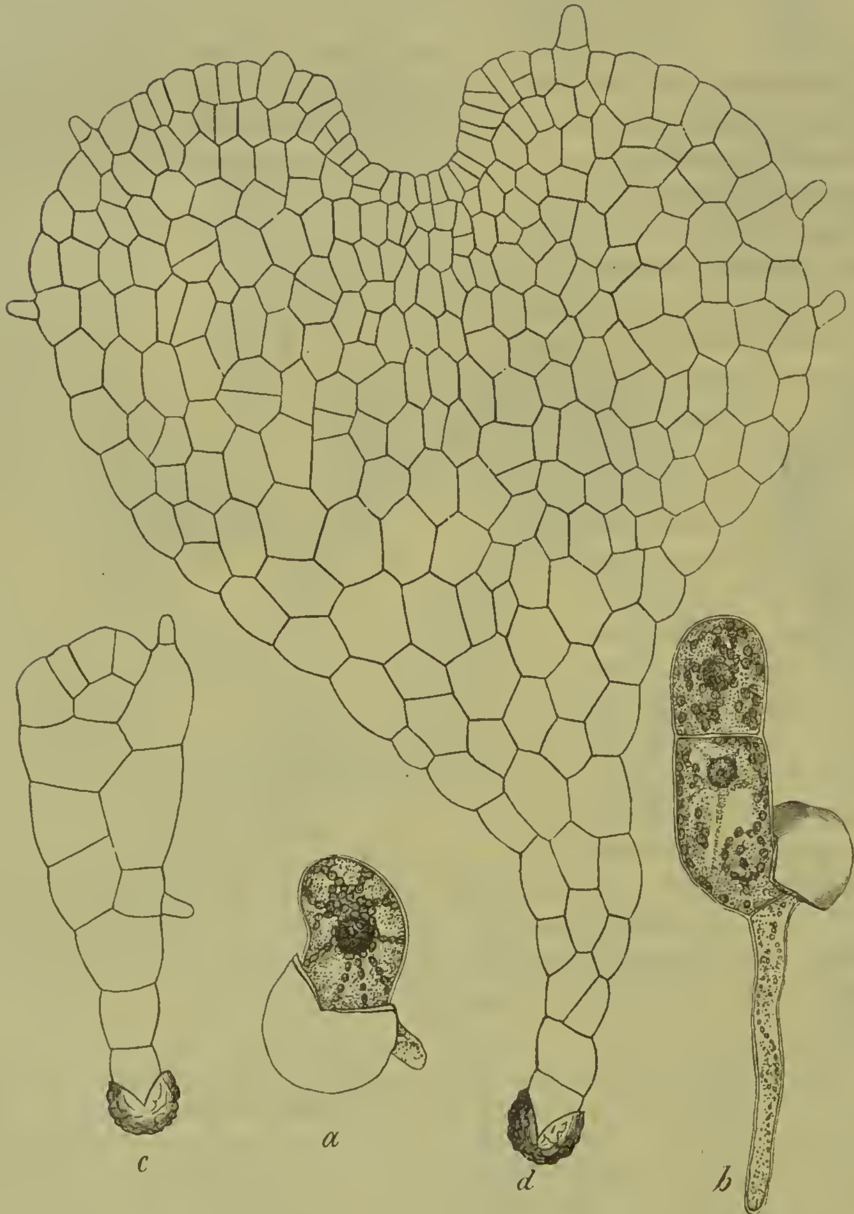


rangium von Nephrolepis exaltata, in der Anlegung des Ringes begriffen (Vergr. 350), nach Reess. L Halbreifes Sporangium von Blechnum occidentale vom Rücken gesehen (Vergr. 350), nach Reess. M In der Ausbildung der Sporen begriffenes und N reifes und entleertes Sporangium von Aspidium Filix mas (Vergr. ca. 120). O Gruppe von Sporenmutterzellen (Vergr. 350). P—R Einzelne Sporenmutterzellen in verschiedenen Stadien der Theilung (Vergr. 425). S und T Junge Tetraden bilateraler Sporen von Aspidium Filix mas. U Reife Spore von Aspidium Filix mas (Vergr. 500). V Tetrade radiärer Sporen. — *c* Centralzelle, *iw* innere Wandzellen, *w* Wandzellen, *a* Ring, *st* Stomium, *d* Drüsenhaar des Sporangiums, *r* Receptaculum, *i* Indusium.

Fig. 159. Hymenophyllum ciliatum Sw. A Keimende Spore mit oben gesprengtem Exosporium (Vergr. 240). B—D Junge Vorkeime (Vergr. 120); der Buchstabe steht neben der der Spore entsprechenden Stelle.

ein derbes, cuticularisirtes Exosporium mit verschiedenartigen localen Verdickungen (Fig. 158 U) und ein zartes, farbloses Endospor. Im Plasma ist bald Chlorophyll vorhanden, bald nicht. Im ersteren Falle tritt die Keimung bereits kurze Zeit nach dem Ausfallen der Sporen ein.

Fig. 160.



In Bezug auf Form des Sporangiums, des Ringes und Stieles treten bei

Fig. 160. *a* und *b* junge Prothallien von Dicksonia antarctica (Vergr. 240). *c* Jüngeres und *d* älteres Prothallium von Aspidium Filix mas (Vergr. 120). Exospor dem Hinterende des Vorkeimes noch anhängend.

den einzelnen Familien mancherlei Verschiedenheiten auf, die zur Classification benutzt werden (§ 503).

508. Die Keimung der Sporen beginnt bei den Hymenophyllaceen oft schon in der Kapsel und die ersten Theilungen finden bereits in der noch geschlossenen Spore statt, so dass beim Zersprengen des Exospors durch das allein den Vorkeim bildende Endosporium letzterer schon drei- oder vierzellig ist (Fig. 159 A). In allen anderen Fällen sprengt das sich dehnende Endosporium das Exospor, dessen Risse in der Mitte der Leisten (§ 507) desselben verlaufen, und tritt als Papille hervor, die sich schlauchförmig verlängert und bei den Osmundaceen durch Querwand als erstes Wurzelhaar abgetrennt wird, während der eigentliche Vorkeim vorläufig vom Exospor bedeckt bleibt. Bei den übrigen Familien, deren Sporen-Keimung bekannt ist, wird der zuerst vortretende Theil des Endospors zum Vorkeim, das erste Wurzelhaar durch Ausstülpung einer sich schlauchartig verlängernden Papille an dessen Basis gebildet (Fig. 160 *a*, *b*). Die Theilungen im Vorkeime erfolgen nicht strenge nach einer Regel. Bei den Osmundaceen wird der Vorkeim gewöhnlich schon durch die ersten Wände zur Zellenfläche, oft sogar zum Zellenkörper. Bei den Polypodiaceen und Cyatheaceen dagegen stellt er meistens zuerst eine Zellenreihe dar (Fig. 160 *b*), die durch in ihren vorderen Zellen auftretende Längs- und Querwände in eine Zellenfläche umgewandelt wird (Fig. 160 *c*), wobei bald eine zweischneidige, rechts und links segmentirende Scheitelzelle von kurzer Dauer auftritt (Fig. 161), bald diese fehlt und eine Reihe gleichwerthiger Randzellen von Anfang an das Flächenwachsthum durch abwechselnde Radial- und Tangentialtheilungen vermittelt (Fig. 160 *d*). Durch rasches Wachsthum der seitwärts von dieser Zellenreihe gelegenen, sich sehr unregelmässig theilenden Zellen wird der Vorkeim gewöhnlich bald herzförmig (Fig. 160 *d*); am Rande auftretende Adventivsprosse machen ihn oft unregelmässig lappig. In seiner mittleren Region, vom in der Einbuchtung gelegenen Vegetationspunkte nach hinten hin, treten endlich Theilungen parallel der Vorkeimfläche ein, so dass hier ein Gewebepolster als eine Art Mittelrippe entsteht, während die flügelartigen Seiten des Vorkeimes ein-

Fig. 161.



Fig. 161. Aspidium Filix mas. Vorderhälfte eines jungen Vorkeimes mit Scheitelzelle (Vergr. 240).

schichtig bleiben. Auf diesem Gewebepolster, das auf der Unterseite stark vorspringt, entstehen auch die meisten der einzelligen Rhizoiden (Fig. 162). — Der oft über einen Centimeter lange und breite, gewöhnlich zarte Vorkeim zeichnet sich durch freudig grüne Färbung aus.

Fig. 162.



509. Der Vorkeim der Farne zeigt selten Neigung zur Diöcie; er ist fast immer monöcisch und entwickelt die Antheridien am Rande oder auf den einschichtigen Flügeln, die Archegonien auf dem Gewebepolster, beide

Fig. 162. Vorkeim eines Farnkrautes mit Antheridien und Archegonien, stark vergrössert und von der Unterseite gesehen.

auf der Unterseite und letztere in der Regel etwas später als die ersteren (Fig. 162).

Fig. 163.

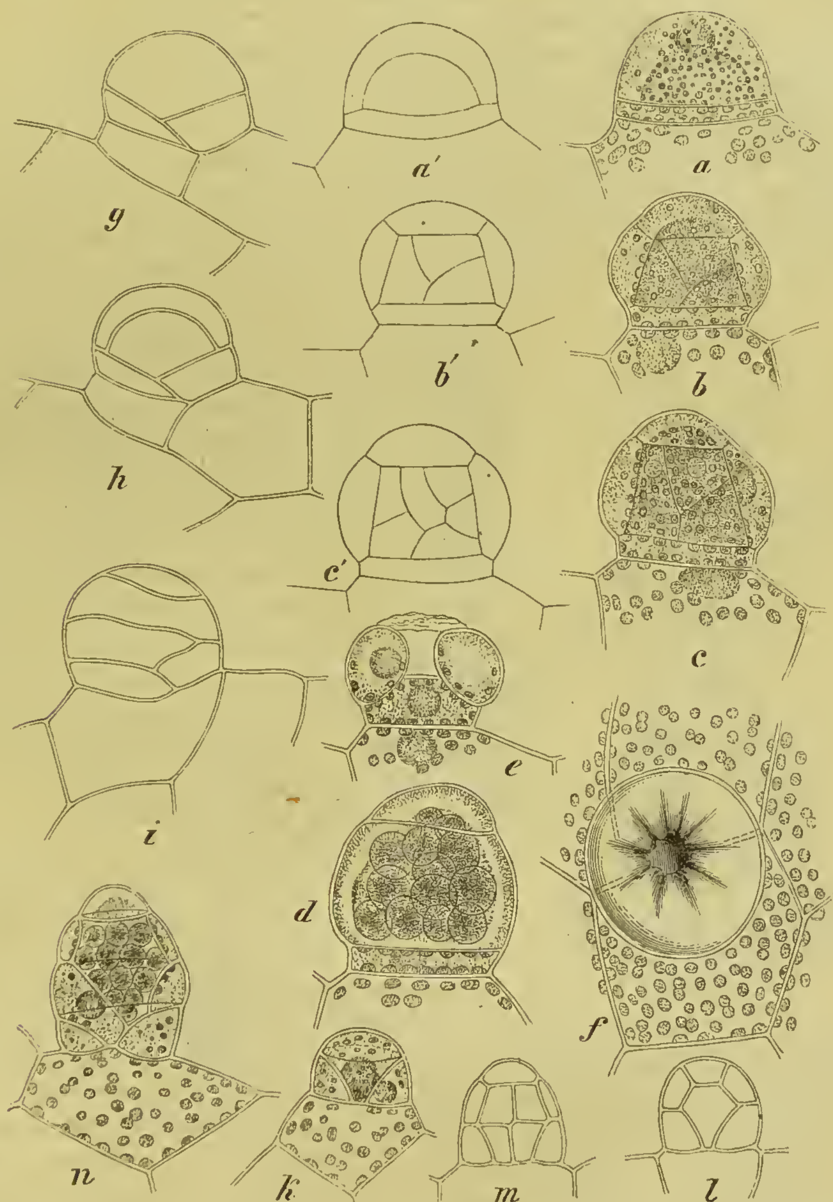


Fig. 163. *a*—*f* Antheridien von Aneimia hirta (Vergr. 325) nach Kny: *a* sehr jung, mit Inhalt gezeichnet; *a'* dasselbe nach Behandlung mit Kalilauge; *b* etwas älter, *b'* dasselbe mit Kalilauge behandelt; *c* noch älteres Antheridium mit Inhalt und *c'* dasselbe mit Kalilauge behandelt; *d* Antheridium mit Spermatozoiden-Mutterzellen; *e* geöffnetes und entleertes Antheridium; *f* = *c* von oben gesehen. — *g*—*i* Antheridien von Osmunda regalis (Vergr. 240): *g* nach den ersten beiden Theilungen, *h* mit der Glockenwand, *i* fertig und von aussen gesehen. — *k*—*n* Antheridien von Asplenium alatum (Vergr. 325) nach Kny: *k* sehr jung, *l* und *m* ältere Entwickelungsstadien mit Weglassung des Inhaltes, *n* reifes Antheridium mit Spermatozoiden-Mutterzellen. Fig. *a*—*c*, *e*, *g*, *h*, *l* und *m* im optischen Durchschnitte.

Die Antheridien sind halbkugelig über die Vorkeimfläche tretende Zellenkörper, deren einschichtige Wand eine Anzahl zuletzt kugeliger Zellen als Mutterzellen der Spermatozoiden einschliesst (Fig. 163 *d*, *n*). Das einzelne Antheridium ist zunächst eine halbkugelige Zelle, welche sich in verschiedener Weise theilt. Bei Aneimia entsteht zuerst eine Querwand, der sich eine glockenförmige Wand allseitig aufsetzt (Fig. 163 *a*, *a'*). Die Aussenzelle zerfällt dann durch eine etwas oberhalb der Mitte sich bildende Ringwand in eine Deckenzelle und Ringzelle (Fig. 163 *b*, *b'*). Bei Osmunda treten statt der ersten Querwand zwei einander schief aufgesetzte Wände auf (Fig. 163 *g*) und die dann in gleicher Weise entstehende glockenförmige Aussenzelle (Fig. 163 *h*) theilt sich durch über den Scheitel verlaufende senkrechte Wände in vier oder mehr, später meist wellig gebogene Zellen (Fig. 163 *i*). In beiden Fällen entstehen aus der Centralzelle durch wiederholte Zweitheilung (Fig. 163 *b*, *c*, *m*) die Mutterzellen der Spermatozoiden. In jeder derselben entwickelt sich ein schraubig gewundener Samenkörper (vgl. Fig. 205 H—M bei Isoëtes), der an den ersten Windungen auf der einen Kante eine Reihe beweglicher Wimpern trägt (Fig. 164), während das stärkere Hinterende beim Verlassen der durch einen Riss des Antheridienscheitels (Fig. 163 *e*, *f*; 164) entleerten, ihre Membran lösenden Mutterzellen gewöhnlich noch einen Rest des Plasmas seiner Mutterzelle als Blase eine Zeit lang mitschleppt.

Fig. 164.



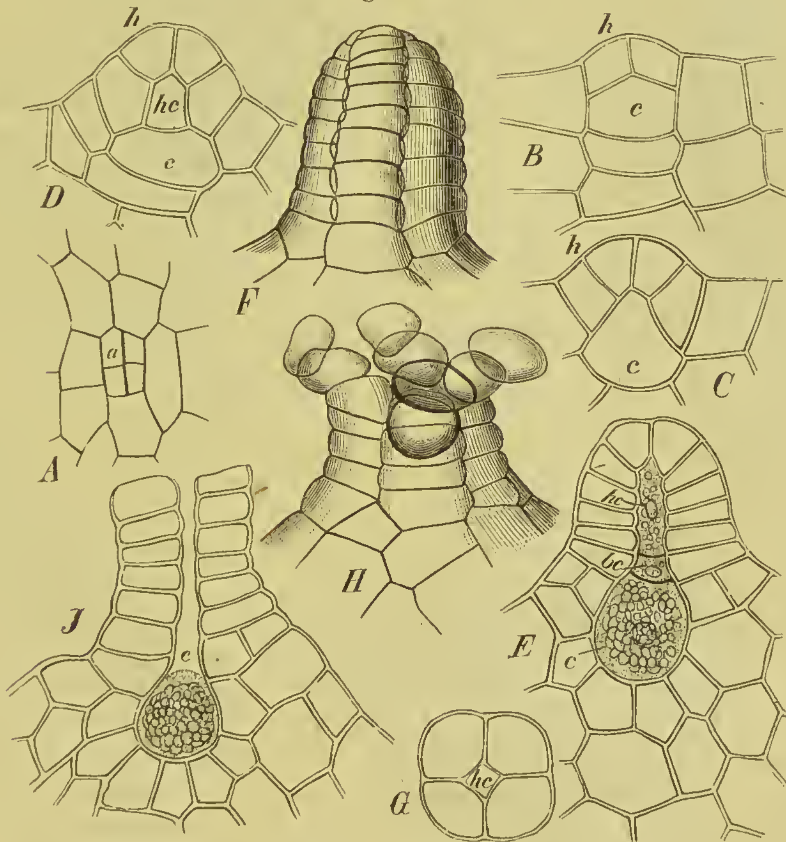
510. Die Archegonien sind bei den Farnen sehr gleichmässig gebaut und entwickeln sich auch bei allen in derselben Weise. Eine oberflächlich gelegene Zelle des Vorkeimpolsters theilt sich zuerst durch zwei der Oberfläche parallele Wände in drei Zellen, von denen die innerste als Basalzelle des Archegoniums keine weitere Rolle spielt, die mittlere (*c* in der Fig. 165) die im Vorkeimgewebe eingeschlossen bleibende Centralzelle liefert, die äussere den sich vorwölbenden Hals. Letzterer wird zunächst durch übers Kreuz entstehende senkrechte Wände in vier Zellen zerlegt (Fig. 165 A: *a* in der Flächenansicht — B, *h* im Längsschnitte), welche durch eine schlauchförmige Verlängerung der Centralzelle nach aussen vorgewölbt werden (Fig. 165 C), dabei sich wiederholt durch Querwände theilen (Fig. 165 C—F, letztere die Körperansicht zeigend) und so die vier Zellenreihen des verschieden langen und oft etwas gekrümmten Halses liefern. Während letzterer emporwächst, gliedert sich die Verlängerung der Centralzelle durch eine Querwand als Halscanalzelle ab (Fig. 165 D, G: *hc*) und

Fig. 164. Pteris serrulata L. Reifes, in Entleerung begriffenes Antheridium. Ein Theil der Spermatozoiden hat sich bereits entfernt. Vergr. 350.

dann wird noch einmal eine niedrige Bauchcanalzelle (Fig. 165 E: *bc*) von der Centralzelle abgeschnitten. Bei der Reife des Archegoniums werden die Wände beider Canalzellen in Gallerte umgewandelt; der Hals, dessen Zellenreihen an der Spitze aus einander weichen, wird geöffnet, ein Theil des Canalinhaltes ausgestossen (Fig. 166; vgl. § 476) und so das aus dem Plasma der Centralzelle gebildete Ei (Fig. 165 J: *e*) für die Samenkörper zugänglich gemacht, von denen einer in das vordere hellere Ende, den Empfängnissfleck, eindringt.

511. Das befruchtete Ei entwickelt sich als Embryo zum jungen Farnkraute. Nach Umhüllung mit einer Membran theilt sich dieser durch

Fig. 165.



eine der Archegoniumaxe ziemlich parallele Wand in zwei halbkugelige Zellen (Fig. 168 A), die sich abermals sofort durch zwei senkrecht zur ersten Wand stehende Wände in Kugelquadranten theilen (Fig. 167 A), während der untere Theil des Archegoniumhalses durch Vorwölbung seiner

Fig. 165. Entwickelung des Archegoniums von Osmunda. A Erste Anlage von der Fläche gesehen, B dieselbe im senkrechten Durchschnitte. — C—E Weitere Entwickelungsstufen, Längsschnitte. — F Geschlossener und H geöffneter Hals. — G Hals im Querschnitte. — J Zur Befruchtung reifes Archegonium. — *a* Archegonium, *h* Hals desselben, *c* Centralzelle, *e* Ei, *bc* Bauchcanalzelle, *hc* Halscanalzelle. — Vergr. von B—J = 240, A schwächer vergrössert.

Zellen sich schliesst (Fig. 167 A), der obere Theil abstirbt. Jede der vier Quadrantenzellen theilt sich sodann durch Octantenwände und entwickelt

Fig. 167.

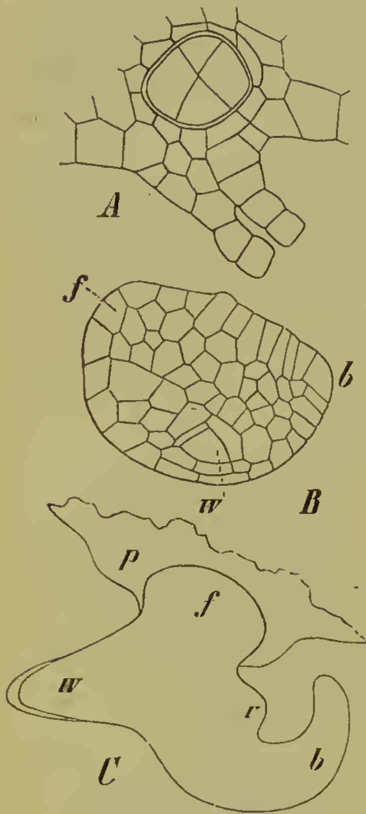


Fig. 166.



Fig. 169.



Fig. 166. Pteris serrulata L. Ein reifes Archegonium im Augenblicke der Schleimentleerung (Vergr. 350), nach Strasburger.

Fig. 167. Pteris aquilina, Embryoentwickelung nach Hofmeister. A Archegonium mit dem vierzelligen Embryo. — B Etwas älterer Embryo. — C Junge Pflanze, welche eben das Prothallium durchbrochen hat. Vergr. von A und B = 300, C schwächer vergr. — *v* Vegetationskegel, *b* Blatt, *w* Wurzel, *f* Fuss, *p* Prothallium.

Fig. 169. Pteris aquilina L. Junge Pflanze, die vor Kurzem das Archegonium gesprengt hat, im Längsschnitte. *p* Theil des Prothalliums, *s* Stammscheitel, *b* Blatt, *w* Wurzel, *f* Fuss. — Stark vergr., nach Hofmeister.

durch weitere Theilungen bestimmte Organe der jungen Pflanze: aus der vorderen unteren Zelle geht das erste Blatt (Fig. 167 B, *b*; 168 H und J, *b*), aus der unteren hinteren die schon früh ihre Scheitelzelle zeigende erste Wurzel (Fig. 167 B, *w*; 168 H und J, *w*) hervor; aus dem vorderen oberen Quadranten (oder einem Theile desselben) entwickelt sich der Stammscheitel (Fig. 167 C, *v*; 168 H und J, *s*; 169, *s*), der unmittelbar über dem ersten Blatte liegt, und aus dem oberen hinteren ein eigenthümliches Organ, der Fuss (Fig. 167 B und C, *f*; 168 H und J, *f*; 169, *f*), der die Verbindung des Embryo mit dem Vorkeime herstellt. Bis zur vollendeten Octantenbildung lässt sich der Embryo wegen manchmal abweichender Reihenfolge der Wände als Thallom auffassen, an dem sich dann erst die Organanlage vollzieht. Schliesslich wird der Archegoniumbauch durchbrochen, und während die Wurzel in den Boden dringt, wachsen Stammscheitel und namentlich das erste Blatt im Bogen nach vorne und zwischen den Lappen des Vorkeimes aus der Ein-

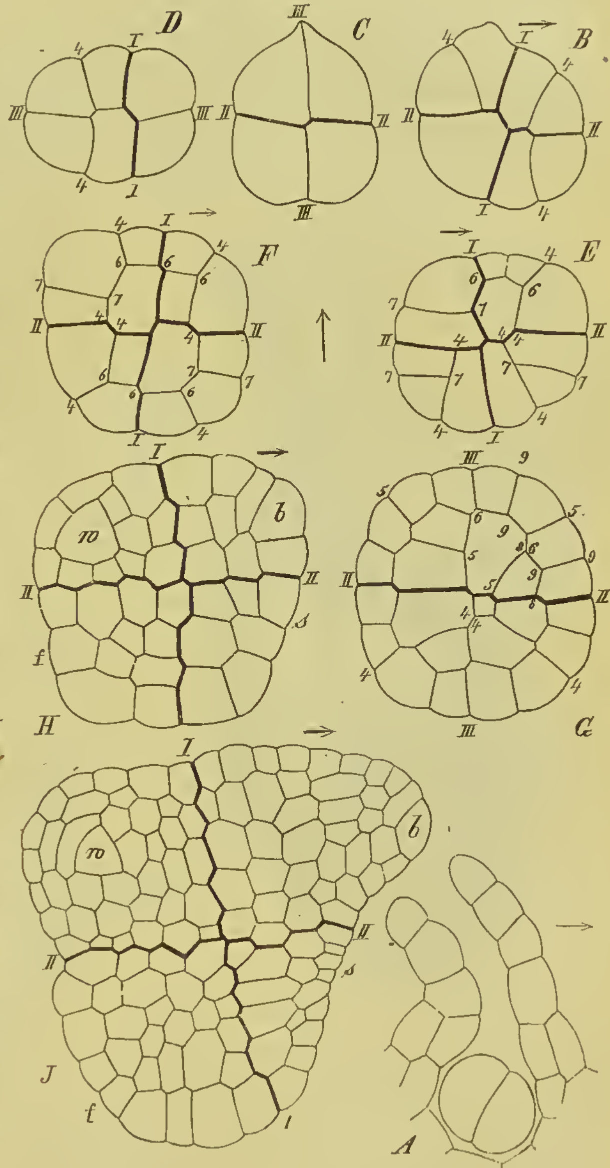
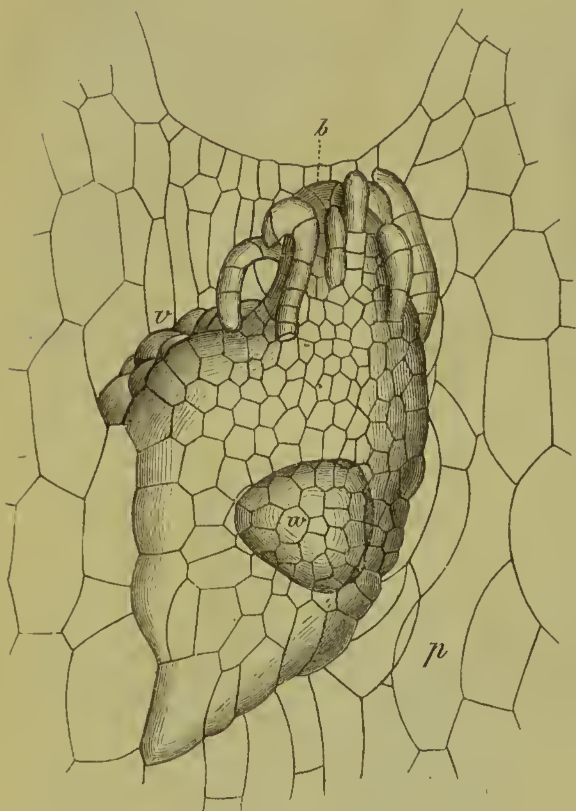


Fig. 168. Pteris serrulata. Embryoentwickelung nach Kienitz-Gerloff. Vergr. 285. In allen Figuren sind die Wände nach der Reihenfolge ihres Auftretens beziffert, die Quadrantenwände I und II stärker markirt. Der senkrechte Pfeil zwischen E und F bezeichnet die Axe des Archegoniums, das hier, gerade entgegengesetzt der natürlichen Lage in Fig. 167, 169, als aufrechtstehend (mit nach oben gekehrter Prothalliumunterseite) gedacht wurde (wie in A). Die wagerechten Pfeile über einigen Figuren geben die Richtung der Prothalliumaxe an und diese Figuren sind optische Durchschnitte parallel letzterer und der Archegoniumaxe. Die Fig. C und G sind Durchschnitte senkrecht zur Prothalliumaxe und Prothalliumfläche und Fig. D ist ein Schnitt parallel der letzteren. *w* Wurzel, *b* Blatt, *s* Stammscheitel, *f* Fuss.

buchtung desselben nach oben (Fig. 167 C; 169). Die ersten (Primordial-) Blätter sind stets von den entwickelten Blättern der betreffenden Art sehr verschieden und einfacher gebaut. Erst nach und nach gehen die folgenden Blätter in die Normalform über.

Bei einigen Farnen (Pteris cretica, Aspidium Filix mas var. cristata und Aspidium falcatum) tritt an Prothallien, welche keine oder vollständig abortirte Archegonien, dagegen manchmal Antheridien entwickeln, die eigenthümliche Erscheinung der Apogamie (Zeugungsverlust) auf. An demselben Orte, wo die Archegonien regulärer Vorkeime entstehen, wölbt sich eine Gruppe von 3—4 Zellen des Prothalliumpolsters nach aussen und verwandelt sich durch rasche Theilung ihrer Zellen in ein kleinzelliges Meristem, an dessem Höcker nach der Prothalliumbucht hin bald ein erstes Blatt und hinter diesem der Stammscheitel angelegt wird, während im Inneren eine erste Wurzel und ein Fibrovasalstrang entstehen. Die so gebildete Knospe entwickelt sich zu einem Pflänzchen, das später Sporangien und Sporen in normaler Weise erzeugt (Fig. 170).

Fig. 170.



512. Die Classe der Farne, deren Artenzahl sich auf etwa 3500 beläuft, erreicht ihren grössten Formenreichthum in den Tropen und subtropischen Regionen, wo sie besonders in feuchten, schattigen Wäldern heimisch sind.

Fossil kennt man circa 900 Arten, die in 154 Gattungen untergebracht werden. Von diesen sind indessen über 100 Arten Stämme, Blattstiele etc., deren Zugehörigkeit zu Blättern unbekannt ist. Von den übrigen sind meistens nur sterile Blätter bekannt, die nach dem Verlaufe der Nervatur bestimmt und (mit Ausnahme der lebenden Gattungen angehörenden Arten aus den jüngeren Formationen) in die fünf Familien der Sphenopterideen, Neuropterideen, Pecopterideen, Taeniopterideen und Dictyopterideen gegliedert werden. Fructificationen sind bei fossilen Farnen verhältnissmässig selten. Die ersten Farne treten im Devon auf. Eine sehr hohe Entwickelung erreichen sie in der Steinkohlenperiode, aus welcher die Gattungen Sphenopteris, Neuropteris, Pecopteris u. a. in vielen Arten bekannt sind. Auch in der Trias und namentlich im Jura sind sie noch reich und in zum Theil sehr eigenthümlichen Gattungen (besonders der Dictyopterideen) vertreten. Die mit lebenden identificirten Gattungen treten

Fig. 170. Pteris cretica. Apogamer Spross auf der Unterfläche des Prothalliums *p*. *b* Erstes Blatt, dessen Spitze gegliederte Haare trägt; hinter demselben sieht der Stammscheitel *v* hervor und an seinem Grunde schimmert die Anlage der ersten endogenen Wurzel *w* durch. Vergr. 80. Nach De Bary.

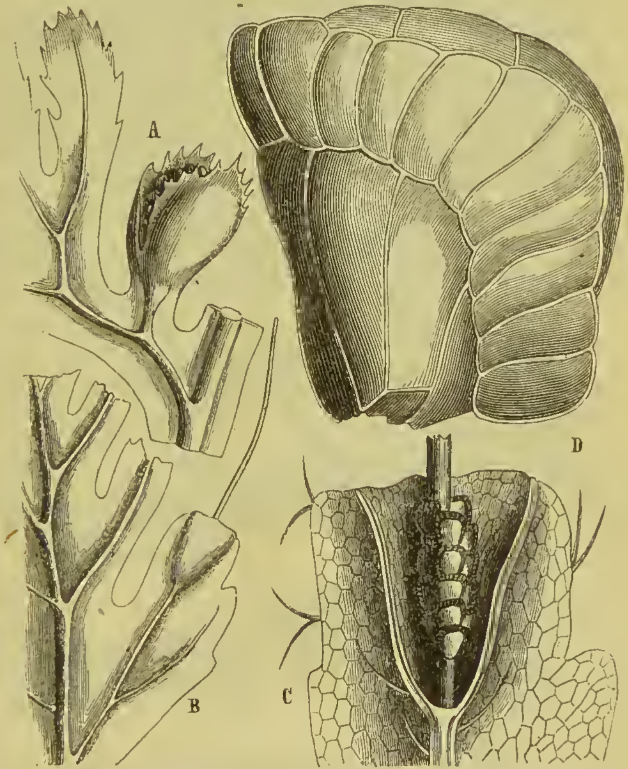
vom Jura an auf (Gleichenia). Lygodium und Asplenium finden sich auch schon in der Kreide, die meisten jedoch erst im Tertiär (namentlich Pteris, Blechnum, Polypodium, Aspidium, Osmunda).

513. (Fam. 41.) Hymenophyllaceae. Das Blattparenchym ist mit wenigen Ausnahmen einschichtig und ohne Spaltöffnungen. Die Sori sind immer randständig und der fructificirende Nerv setzt sich über den Blattrand hinaus als oft lang fadenförmige, vom Indusium ganz oder theilweise eingeschlossene Columella fort (Fig. 171 B, C), an welcher die Sporangien in basipetaler Anordnung entwickelt werden. Das Sporangium ist sitzend oder kurz gestielt; es öffnet sich mit einem senkrechten Risse und sein Ring ist vollständig und verläuft schief oder fast horizontal etwa über die Mitte desselben (Fig. 171 D). Der Vorkeim erinnert in seinen ersten Entwickelungsstadien an denjenigen der Muscineen (Fig. 159).

Trichomanes besitzt ein röhren- oder trichterförmiges (Fig. 171 B, C), Hymenophyllum ein zweiklappiges Indusium (Fig. 171 A).

Die meisten der etwa 200 Arten sind Tropenbewohner; zu ihnen gehören die kleinsten und einfachst gebanten Farne. 2 Arten sind europäisch. Hymenophyllnm tunbridgense kommt sehr selten im Uttewalder Grnnde in der sächsischen Schweiz vor.

Fig. 171.



514. (Fam. 42.) Polypodiaceae. Der senkrecht über den Scheitel verlaufende Ring des meistens mit einem (aus 2 oder 3 Zellenreihen bestehenden) Stiele versehenen Sporangiums ist nicht vollständig (Fig. 158 M, N, W); das Aufspringen des letzteren erfolgt durch einen Querriss. Die Stellung der Sori und die Form und Anheftung des Indusiums sind sehr verschieden.

Circa 2800 meist krautartige, selten baumförmige, grösstentheils in den Tropen vorkommende Arten.

Man kann die Familie in die folgenden Unterfamilien gliedern:

1. Cypellosoreae. Sori einzeln randständig, das Receptaculum vom Nervenende gebildet, das Indusium unterständig, becherförmig, aus einem blatt- und einem schleierartigen Lappen gebildet, eine gegen den Blattrand offene Tasche darstellend (Fig. 157 *h*, *i*). — Davallia.

Fig. 171. A Hymenophyllum Tunbridgense Sm., Fiederstück mit Sorus. B Trichomanes alatum Sw., Fiederstück mit Sorus. C ein Sorus von B der Länge nach durchschnitten. D Trichomanes crispum Sw., Sporangium. Alle Fig. stark, D = 200 mal vergrössert.

Fig. 172.

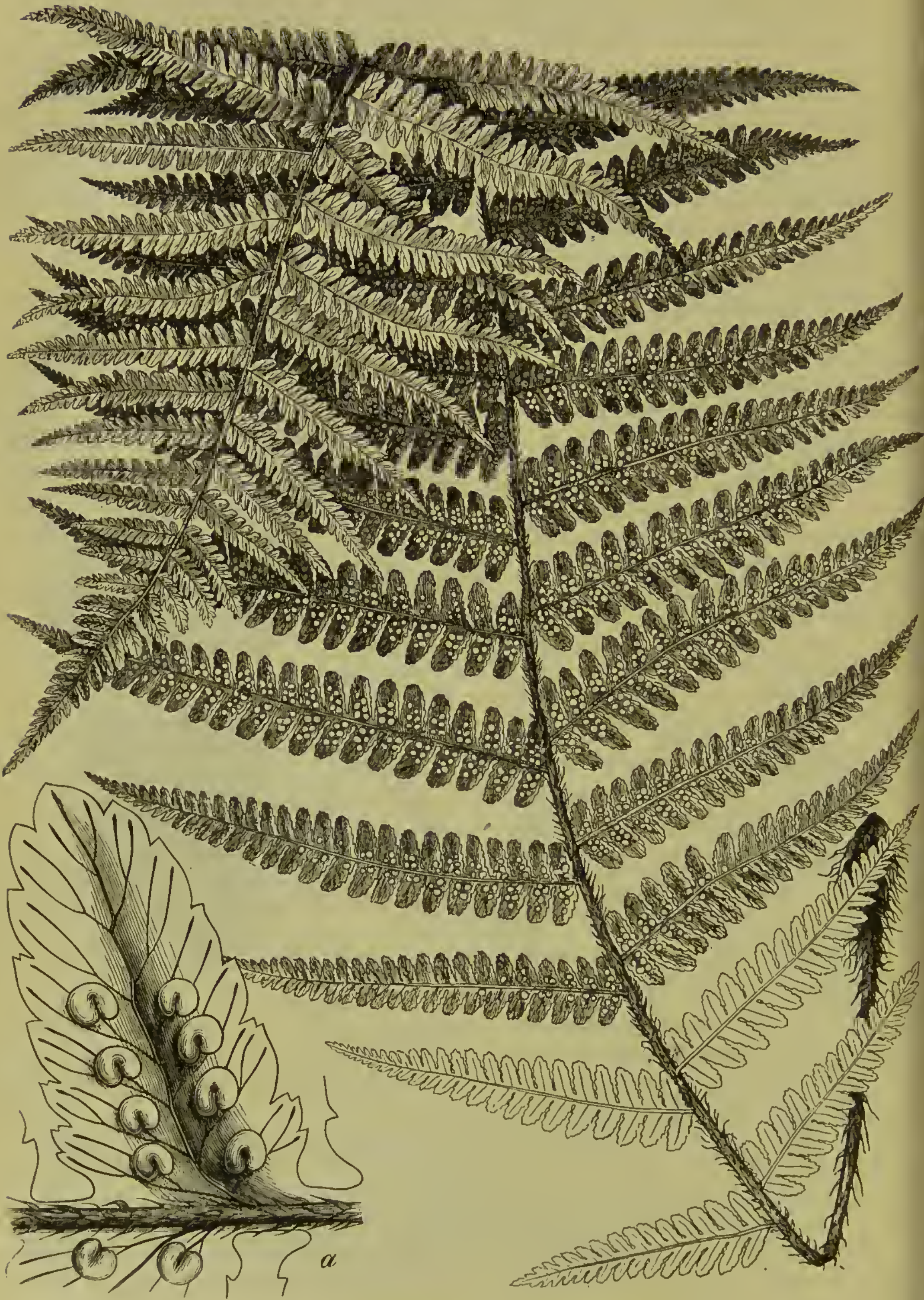


Fig. 172. Aspidium Filix mas Sw. Fructificirendes Blatt in ca. $^{1}/_{4}$ natürlicher Grösse, die untere Hälfte von der Rückseite gesehen. *a* Einzelnes fructificirendes Segment einer oberen Fieder etwa 10fach vergrössert.

2. Coenosoroae. Sori nahe nuter dem Blattraude, meist mit einauder zu einer continuirlichen Reihe verschmolzen (selteuer getrennt), von dem nmgeschlagenon Blattrande als falschem Schloier bedeckt, selten ausserdem noch mit einem echten, unterständigen Indusium (so bei Pteris aquilina) — (Fig. 157 *a*, *k*, *m*). — Pteris, Allosorus, Cheilanthes, Adiantum.

3. Notosoreae. Sori auf dem Rücken oder dem Endo oder an der Seite der Nerven vom Blattrande entfernt, nackt oder mit echtem Indusium. (Fig. 157 *d*, *f*, *o*, *q*—*x*.) — Onoclea, Cystopteris, Woodsia, Aspidium, Phegopteris, Polypodium, Gymnogramme, Ceterach, Asplenium, Blechnnm, Scolopendrinm.

4. Dialysoreae. Sporangien sich sowohl über dem Mesophyll, als über den Nerven des Blattes entwickelnd, daher mit Ausnahme der Mittelrippe nnd gewöhnlich eines schmalen Blattrandes über die ganze Unterseite verbreitet. — Acrostichnm, Polybotrya, Chrysodinm.

515. Deutsche Gattungen sind folgende:

I. Fruchtbare nnd unfrnchtbare Blätter verschieden gestaltet.

A. Frnchtbare Blätter einfach fiedertheilig.

1. Fruchtbare Fiedern fast flach. Sorus lang, linienförmig, meist dio ganze Fiederlänge zn jeder Seite des Mittelnerven einnehmend. Schleier nach dem Mittelnerven zu offen: Blechnum (Fig. 157 *d*, *e*).

2. Frnchtbaro Fiedern durch Umrollung des Blattrandes rundlich, knotig-nneben, nach Ausstrennng der Sporen verflacht. Sori rundlich, fast die ganze Unterseite bedeckend, ihr Schleier nach dem Fiederrande zu offen: Onoclea.

B. Fruchtbare Blätter mehrfach getheilt. Sori zn einer Linie am Fiederrande verschmolzen, von letzterem als Schleier bedeckt: Allosorus.

II. Fruchtbare und unfruchtbare Blätter gleich.

A. Sorus ohne Schleier.

1. Sori rnndlich.

a. Blattstiol gegliedert: Polypodium (Fig. 157 *x*, *z*).

b. Blattstiel ungegliedert: Phegopteris.

2. Sori linienförmig.

a. Sori auf dem ganzen Rücken der Nerven: Gymnogramme (Fig. 157 *w*).

b. Sori nur auf der Seite des Nerven, wie bei Asplenium und von dieser Gattung nnr durch das Fehlen des Schleiers verschieden: Ceterach.

B. Sorus mit Schleier.

1. Schleier nnterständig (d. h. unter dem Fruchthaufen entspringend, daher dieser oft scheinbar nackt).

a. Schleier halbseitig, muschelförmig, zuletzt zurückgeschlagen: Cystopteris (Fig. 157 *f*, *g*).

b. Schleier allseitig, napfförmig, am Rando in haarartige Zipfel zerschlitzt: Woodsia (Fig. 157 *u*, *v*).

2. Schleier oberständig, von oben her den Sorus bedeckend.

a. Schleier am Blattrande entspringend, Sorus randständig.

† Sorns und Schleier linienförmig: Pteris (Fig. 157 *m*, *n*).

†† Sorus und Schleier rnndlich: Adiantum (Fig. 157 *a*, *b*).

b. Sorus und Schleier von der Blattunterfläche entspringend.

† Schleier schild- odor nierenförmig, Fruchthaufon rundlich: Aspidium (Fig. 157 *t*; 172 *a*).

†† Schleier und Fruchthaufen länglich bis linienförmig.

α. Sori einzeln, Schleierränder (bei unseren Arton) allo nach oiner Richtnng geöffnet: Asplenium (Fig. 157 *r*, *s*).

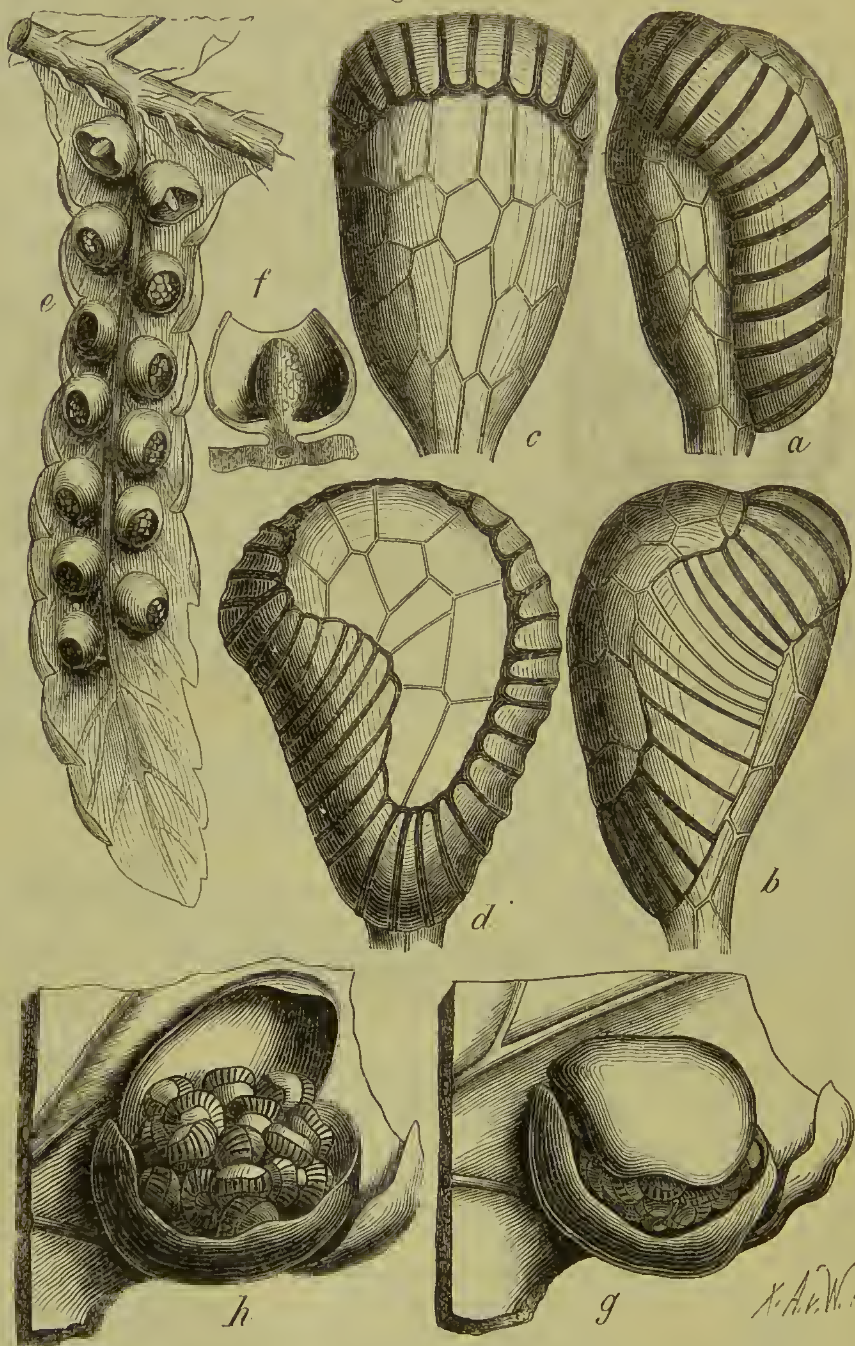
β. Sori paarwoise genähort, ihro Schloier mit den froion Rändorn oinandor zugokohrt und wenigstons in dor Jugend sich mit donsolbon gogensoitig dockend: Scolopondrium (Fig. 157 *q*).

Officinell ist dor Wnrzelstock von Aspidium Filix mas Sw. (Rhizoma Filicis — Bestandtheilo: fottol Oel, Harz, Filixsäuro etc.), wolches durch ganz Europa, Nordasion und Nordamorika verbroitot ist (Fig. 172). Im Handel kommt oft dio aus Südafrika stammondo Radix Paunae (von Aspidium athamanticnm Kze.) vor. Obsolot ist das Rhizom von Polypodium vulgare.

516. (Fam. 43.) Cyatheaceae. Von den Polypodiaceen wesentlich

nur durch den schief neben dem Stiel herlaufenden, vollständigen Ring verschieden (Fig. 173 *a—d*).

Fig. 173.



Etwa 200 Arten, die fast sämmtlich in den Tropen, namentlich in Südamerika, zu Hause sind und unter denen die meisten baumförmigen Wuchs zeigen.

Fig. 173. *a—d* Alsophila australis RBr. Sporangien in verschiedener Lage und zwar *a* = *b* um 180° um die Längsaxe, *c* = *d* um 180°, *c* = *a* um 90° nach links gedreht etc. (Vergr. 120). *e* Cyathea elegans Hew. fructificirende Fieder 5fach vergr.; *f* Sorus halbirt, mit dem von den Sporangien befreiten Receptaculum. *g* und *h* Sori von Cibotium Schiedei Schlecht. (Vergr. ca. 20): *g* reif und im Oeffnen des Indusiums begriffen, *h* vollständig geöffnet.

a. Sori auf dem Ende der Nerven am Blattrande: Cibotium und Dicksonia besitzen ein Indusium, das mit dem Blattzahne einen zweiklappigen Behälter bildet (Fig. 173 *g*, *h*), Thyrsopteris ein gestieltes becherförmiges Indusium. — b. Sori auf der Blattfläche: Alsophila ohne, Cyathea mit becherförmigem (Fig. 173 *e*, *f*), Hemitelia mit muschelförmigem Indusium (demjenigen von Cystopteris ähnlich, doch kleiner — vgl. Fig. 157 *f*, *g*).

Fig. 175.

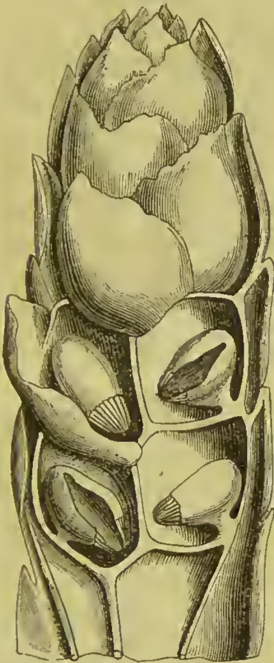
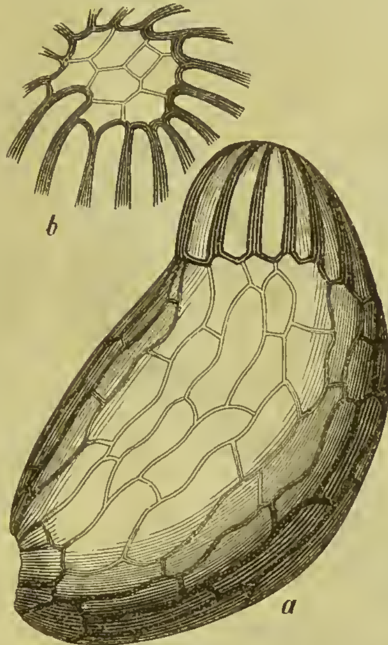


Fig. 176.



517. (Fam. 44.) Gleicheniaceae. Sporangien auf der Blattunterseite zu 2—4 (seltener mehr) die Sori bildend, sitzend, mit horizontal oder schief um die Mitte verlaufendem, vollständigem Ringe, durch Längsriss sich öffnend (Fig. 174).

Etwa 40 Arten, meistens in den Tropen; Stamm kriechend; Wachsthum der meist wiederholt gabelig gefiederten Blätter von sehr langer Dauer (§ 165). Gleichenia.

518. (Fam. 45.) Schizaeaceae. Sporangien meistens auf metamorphosirten Blattabschnitten, sitzend oder kaum gestielt, mit scheitelständigem, vollständigem Ringe, durch einen Längsspalt sich öffnend (Fig. 175, 176).

Etwa 70 Arten, meist in den Tropen. Lygodium besitzt mehrere Meter lange, gefiederte Blätter mit windender Mittelrippe; seine Sporangien stehen einzeln unter einem

Fig. 174.

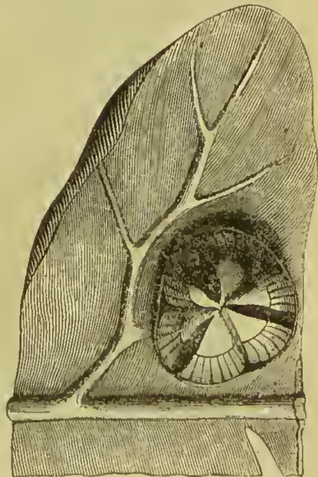


Fig. 174. Gleichenia polypodioides Sm. Blattsegment mit Sorus aus 3 bereits geöffneten Sporangien (Vergr. 20).

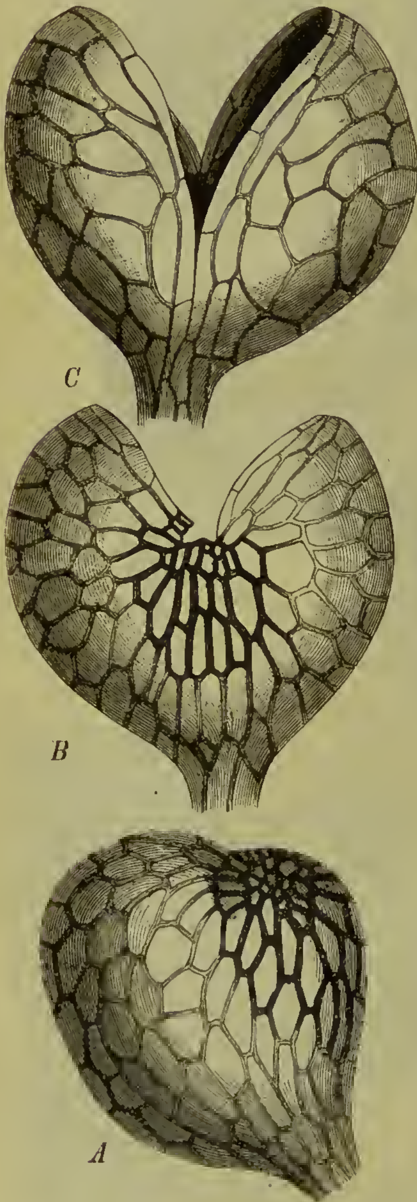
Fig. 175. Fertiler Blattlappen von Lygodium volubile Sw., von den unteren Sporangien die Indusien entfernt (Vergr. 15).

Fig. 176. Aneimia Phyllitidis Sw. *a* Sporangium von der Seite gesehen (Vergr. 120) und *b* dessen Scheitel stärker vergr. und halb von oben gesehen.

taschenförmigen Indusium auf den Zähnen metamorphosirter Blattzipfel oder Fiedern (Fig. 175). Bei Schizaea stehen die Sporangien reihenweise auf ährenförmigen Blattlappen. Bei den meisten Formen von Aneimia sind die beiden untersten Blattfiedern lang gestielte, mit Sporangien bedeckte Rispen ohne Blattparenchym, an denen die einzelnen Sporangien aus der Scheitelzelle der metamorphosirten Blattlappen hervorgehen. Bei Mohria sitzen die Sporangien auf den Zähnen gewöhnlicher Blattfiedern.

519. (Fam. 46.) Osmundaceae. Sporangien kurz und dick gestielt, ohne eigentlichen Ring; statt dessen nahe unter dem Scheitel auf der Rückenseite eine eigenthümliche Gruppe dickwandiger, allmählich in die gewöhnlichen Wandzellen übergehender Zellen (rudimentärer Ring), von welcher aus sie sich auf der Bauchseite mit einem Längsspalte öffnen, dessen Lage bereits durch schmale, zartwandige Wandzellen vorgeschrieben ist (Fig. 177).

Fig. 177.



11 Arten, von denen die auch in Deutschland vorkommende Osmunda regalis über alle Erdtheile verbreitet ist. Die Arten der Gattung Osmunda tragen die zahlreichen Sporangien an metamorphosirten, parenchymlosen, rispenartigen Blattabschnitten (O. regalis an der Spitze des Blattes), oder an eben solchen Blättern. Bei Todea stehen sie auf der Unterseite gewöhnlicher Blätter, die bei der Untergattung Leptopteris zart und hymenophyllumartig sind, da ihr Mesophyll nur aus 2—3 Zellenlagen ohne Spaltöffnungen besteht.

28. Ordnung. Marattiaceae.

520. Die Axe der Gattung Kaulfussia ist ein oberirdisch kriechendes Rhizom, diejenige der übrigen Marattiaceen (Marattia, Angiopteris, Danaea) ein aufrechter Stamm, der bei Angiopteris 80 Cmtr. Höhe und Durchmesser erreicht, bei allen im Allgemeinen fast kugelige Form besitzt, ohne sich zu verzweigen. Die (besonders bei Marattia und Angiopteris) meist mächtig entwickelten Blätter haben an der etwas verdickten Blattstielbasis zwei kräftige, schuppenförmige Nebenblätter, die nach dem Abfallen des Blattes stehen bleiben und die ganze Stammoberfläche bedecken. Aus ihnen entstehen (oft schon am Stamme) sehr leicht Adventivknospen. In der Knospe sind die Blätter, wie bei den Farnen, schneckenförmig nach vorne eingerollt.

Fig. 177. Todea barbara Moore. Sporangium, A in der Seitenansicht und geschlossen, B vom Rücken und C von der Bauchseite gesehen und beide geöffnet; die dunkel gezeichneten Zellen bilden den rudimentären Ring (Vergr. 80).

Die Sporangien entstehen auf der Unterseite der Blätter über den Nerven und zwar aus einer ganzen Gruppe von Epidermiszellen, die zuerst das Receptaculum bildet. Auf diesem erheben sich bei Angiopteris (Fig. 179) mehrere freie, einfächerige Sporangien aus Gruppen von Epidermiszellen, die in zwei Längsreihen geordnet sind. Das einzelne Sporangium besitzt ferner bei dieser Gattung eine derbe, mehrschichtige Wand und auf dem Scheitel einen rudimentären Ring als Gruppe dickwandiger Zellen, ähnlich

Fig. 179.

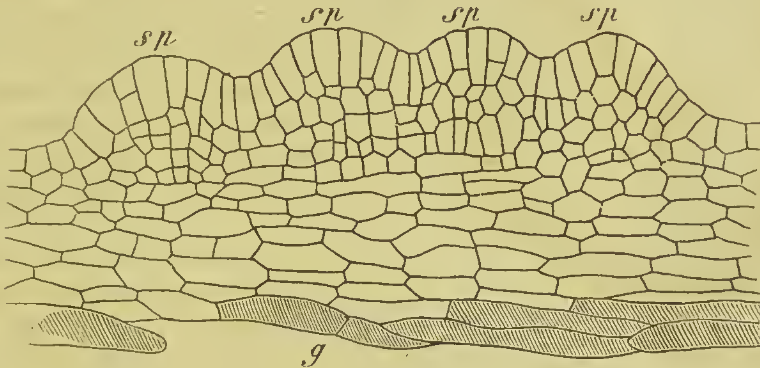


Fig. 178.

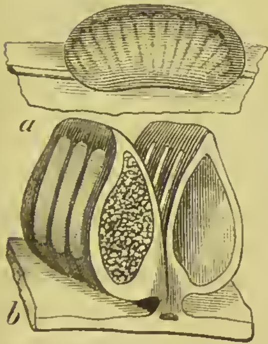


Fig. 180.

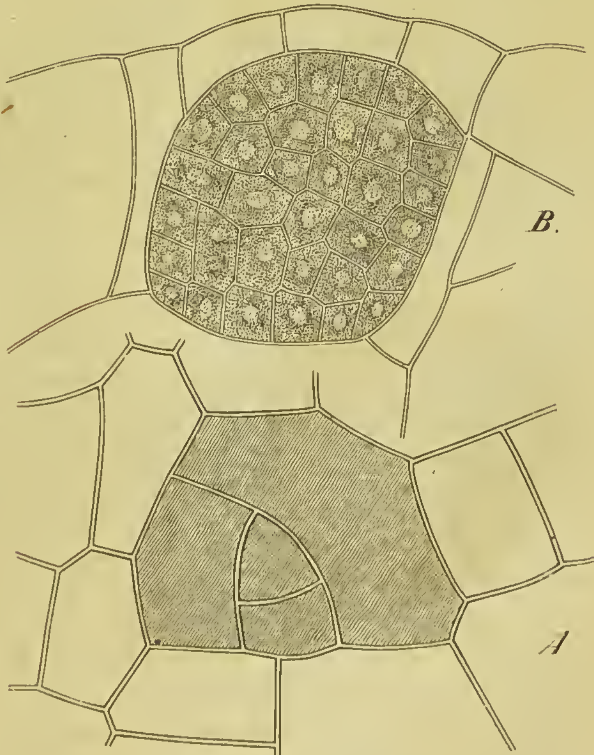
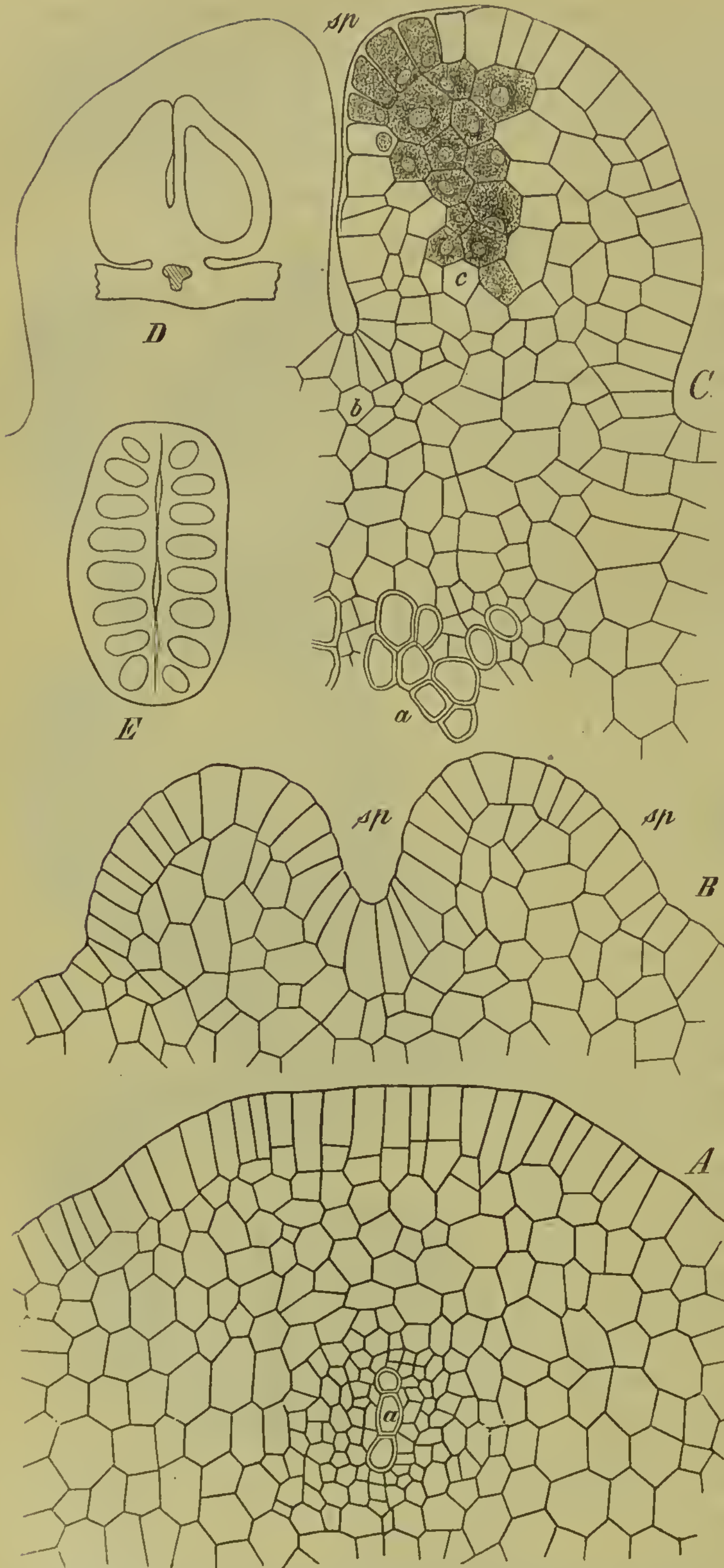


Fig. 178. Sporangium von Marattia cicutaefolia, *a* von der Seite (Vergr. 5), *b* geöffnet und halbirt.

Fig. 179. Angiopteris evecta Hoffm. Vertical-längsschnitt durch den jungen Sorus mit der einen Reihe von vier Sporangienanlagen *sp*. *g* Gefässbündel. Vergr. 240.

Fig. 180. Marattia cicutaefolia Kaulf. A Antheridium von oben; die schraffirten Zellen sind die Zellen der äusseren Antheridienwand. B Dasselbe im verticalen Durchschnitte; die Mutterzellen der Spermatozoiden stehen noch im Gewebeverbande und lassen die Reihenfolge der Theilungen erkennen. Vergr. 500.

Fig. 181.



wie bei demjenigen der Osmundaceen (§ 519); es öffnet sich mit einem Längsspalte auf der Bauchseite.

521. Bei der Gattung **Marattia** entsteht auf dem Receptaculum (Fig. 181 A) nur ein Sporangium, das in Form zweier Längswülste sich erhebt (Fig. 181 B, C), die später an ihrem ganzen Rande mit einander verschmelzen (Fig. 181 C, D), um sich erst bei der Reife wieder zu trennen. In dem anfänglich ganz gleichmässigen Gewebe jeder einem Wulste entsprechenden Sporangiumhälfte entsteht eine Längsreihe von Fächern (Fig. 181 E), die durch zwischenliegende Scheidewände stärker verdickter Zellen getrennt sind und aus deren centralem

---

Fig. 181. Marattia cicutaefolia Klf. A Anlage des Sporangiums. B Sporangium (*sp*) in weiter vorgeschrittenem Alter. C Noch älteres Sporangium, in dem aber die Sporenmutterzellen (*c*) noch nicht differenzirt sind. D und E reifes Sporangium. A—D sind Verticalschnitte, E ist ein Horizontalschnitt. *a* Gefässbündel. Vergr. A—C 240, D 14, E 9.

Gewebe zahlreiche Sporen durch endliche Viertheilung der Mutterzellen erzeugt werden. Auf eine einzelne Centralzelle ist hier und bei Angiopteris das Sporenmutterzellgewebe nicht zurück zu führen. Das reife Sporangium, dessen Wand stets aus mehreren Zellenlagen besteht, öffnet sich wie eine zweiklappige Kapsel (Fig. 178) und entlässt auf der Innenseite jeder Hälfte die Sporen durch Längsrisse, die sich in der Zahl der Fächer zwischen Gruppen dünnwandig gebliebener Zellen bilden.

Die Sporangien von Danaea sind ähnlich denen von Marattia gebaut; nur öffnet sich jedes Fach durch ein auf dem Scheitel entstehendes Loch. Bei Kaulfussia ist das Sporangium napfförmig; die Fächer liegen zum Kreise geordnet und öffnen sich durch je eine Längsspalte nach der centralen Grube zu.

522. Aus den keimenden Sporen von Marattia und Angiopteris bilden sich ziemlich grosse, sehr langsam und oberirdisch wachsende, dicke, saftige, dunkelgrüne Vorkeime, welche Neigung zur Diöcie zeigen. Ihre Antheridien sind ganz eingesenkt (Fig. 180 B) und werden sowohl auf der Unter-, als auch auf der Oberseite gebildet. Ihre Mutterzelle, die nicht über die Oberfläche vortritt, theilt sich durch eine der letzteren parallele Wand in eine grosse Centralzelle, welche durch wiederholte Zweitheilung die Mutterzellen der Spermatozoiden liefert (Fig. 180 B)

Fig. 182.

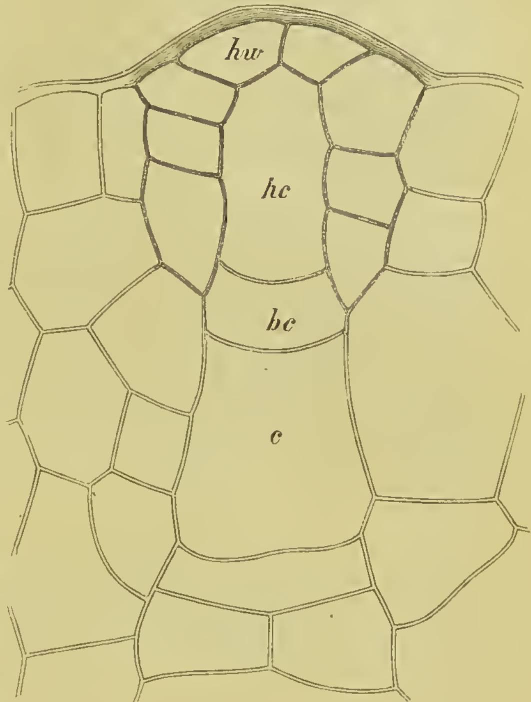


Fig. 183.



Fig. 182. Marattia cicutaefolia Klf. Längsschnitt durch ein Archegonium. *hw* Halswand, *hc* Halscanalzelle, *bc* Bauchcanalzelle, *c* Centralzelle. Vergr. 500.

Fig. 183. Marattia cicutaefolia Klf. Junge Pflanze, welche das Prothallium *(p)* durchbrochen hat, im Längsschnitte; *f* erstes Blatt, *w* erste und *w'* zweite Wurzel. Vergr. ca. 15.

und in eine flache Aussenzelle, welche die Decke des Antheridiums bildet und sich durch mehrere einander schneidende, senkrechte Wände in einige peripherische und eine kleine dreiseitige, mittlere Zelle theilt (Fig. 180 A); letztere wird bei der Entleerung des Antheridiums in der Regel ausgestossen. Die Spermatozoiden sind wie bei den Farnen gestaltet.

Die Archegonien stimmen in ihrer Entwickelung mit denen der Farnkräuter überein. Nur ist ihr Hals aus nur 3—4 Zellenetagen gebildet, von denen höchstens die zwei oberen über die Vorkeimfläche vortreten, so dass das Archegonium in seiner Form sehr an dasjenige von Salvinia erinnert (Fig. 182 — vgl. Fig. 190 *c*).

Die Befruchtung findet wie bei den Farnen statt; die jüngeren Embryonen sind unbekannt, die ältesten wie bei den Farnkräutern gegliedert. Stämmchen und erstes Blatt durchbrechen den ganzen Vorkeim senkrecht nach oben, die Wurzel durchwächst ihn senkrecht nach abwärts (Fig. 183).

523. Die Marattiaceen, circa 20 Arten enthaltend, sind Tropenbewohner. Fossil treten sie vom Keuper bis Tertiär (Miocen) auf (Angiopteridium, Marattiopsis). Scolecopteris ist durch die prächtige Erhaltung der im Hornstein der sächsischen Dyas eingeschlossenen Sporangien bemerkenswerth, die denen von Marattia nahe kommen, deren Fächer aber im oberen Theile getrennt sind. Die drei gewöhnlich unterschiedenen Familien sind bereits auf Seite 279 charakterisirt worden.

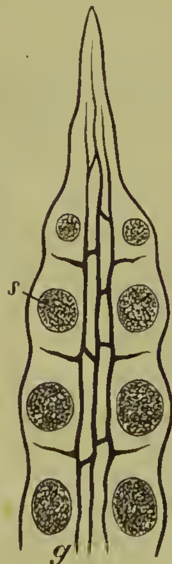
29. Ordnung. Ophioglosseae.

524. (Fam. 47.) Ophioglossaceae. Das kurze, aufrechte, in der Erde steckende Stämmchen ist äusserst selten verzweigt und wächst sehr langsam. Sein Vegetationskegel steckt tief zwischen den Blattscheiden. Auch von den langsam wachsenden Blättern (§ 165) ist jedes jüngere von der Scheide der älteren umschlossen. Das von Blättern freie ältere Stück des Stammes ist dicht mit Blattnarben und dicken, fleischigen Wurzeln bedeckt. Letztere entwickeln bei Ophioglossum durch Adventivknospen neue Pflanzen.

Fig. 185.



Fig. 186.



Die Blätter sind so verzweigt, dass ein fructificirender Spross aus der Vorderseite des sterilen entspringt (bei Ophioglossum palmatum sind mehrere Sporangienähren vorhanden). Bei Ophioglossum sind beide Zweige meist einfach, bei Botrychium (Fig. 184, 185) und Helminthostachys wieder verzweigt.

525. Die Sporangien sind vollständig in das Gewebe des fertilen Blattes eingesenkte, von dem gewöhnlichen Parenchym umgebene und von

Fig. 185. Botrychium Lunaria Sw. Fructificirende Fieder mit geöffneten Sporangien, vergrössert.

Fig. 186. Längsschnitt aus der Spitze der Sporangienähre von Ophioglossum vulgatum, wenig vergrössert. *g* Gefässbündel, *s* Sporenfächer.

der normalen Epidermis als äusserster Wandschicht überzogene Zellencomplexe (Fig. 187, *spm*), die bei Ophioglossum in zwei Reihen in der sogenannten Aehre (Fig. 186, *s*), bei Botrychium einzeln in je einem letzten Zipfel des rispigen Blatttheiles liegen (Fig. 185). Die Rissstelle der sich

Fig. 184.



Fig. 187.

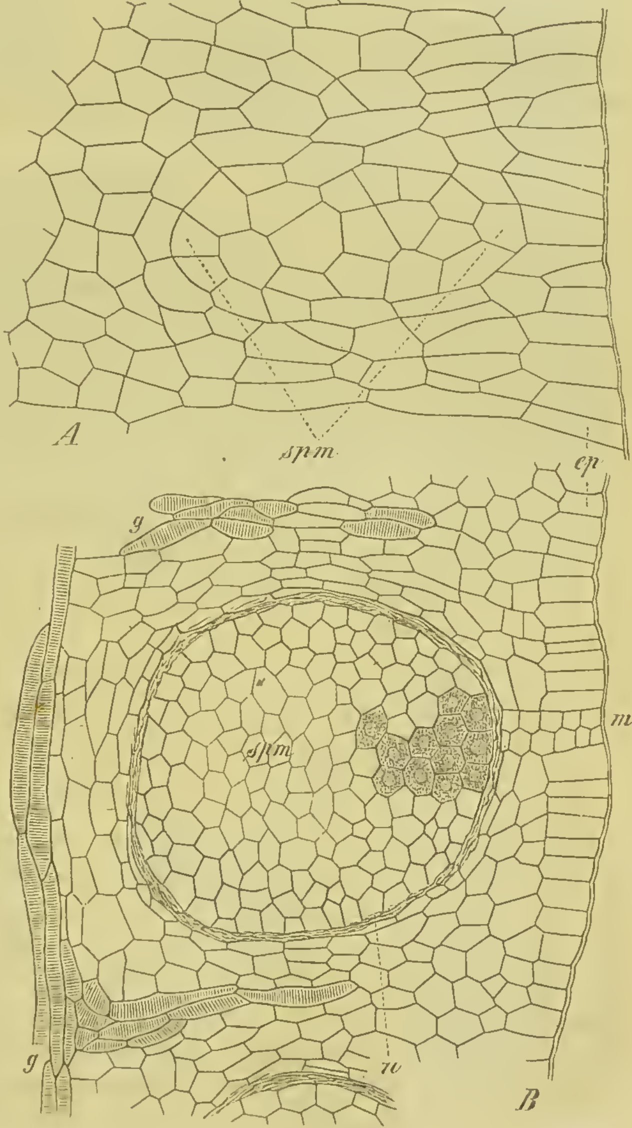


Fig. 184. Botrychium Lunaria Sw. Natürliche Grösse.

Fig. 187. Ophioglossum vulgatum L. A Theil eines Längsschnittes aus einer sehr jungen Sporangienähre, nach Russow. Vergr. 300. — B Längsschnitt durch ein Sporenfach einer älteren, 8 Mm. langen Aehre, kurz vor Trennung des Gewebes der Sporenmutterzellen in seine einzelnen Zellen. Vergr. 120. — *spm* Sporenmutterzellen; *ep* Epidermis; *m* Zellenreihen, zwischen denen das Aufreissen des Sporenfaches erfolgt; *w* in Resorption begriffene Wandschicht des Sporenfaches; *g* Gefässbündel.

quer öffnenden Sporenfächer ist durch zwei über einander liegende Schichten kleinerer, zarterer Zellen schon früh in der Wand kenntlich gemacht (Ophioglossum — Fig. 187 B, *m*).

Der Vorkeim entwickelt sich unterirdisch als ein chlorophyllloser knolliger, parenchymatischer Gewebekörper (Fig. 188), der sich bei Ophioglossum in einen wurmförmigen, bis mehrere Centimeter langen Auswuchs verlängert und welcher beiderlei Geschlechtsorgane trägt. Die Antheridien sind dem Vorkeimgewebe vollständig eingesenkt, von einer bis zwei Zellenlagen bedeckt. Ihre Spermatozoiden sind denen der Farne ähnlich. Die Archegonien treten nur mit einem kurzen Halse hervor. Ihre Entstehung scheint denen der Farne zu gleichen. Die Entwickelung des Embryo ist nicht vollständig bekannt.

Fig. 188.



526. Die Ophioglossaceen sind arm an Formen. Man kann etwa 12 Arten unterscheiden, von denen das gemeine, über die ganze Erde verbreitete und sehr variirende Ophioglossum vulgatum allerdings oft in viele Arten gespalten wird. In Deutschland sind heimisch:

Ophioglossum: Fertiler Blatttheil ährenförmig.

Botrychium: Fertiler Blatttheil doppelt bis mehrfach fiedertheilig (rispenförmig).

Ein fossiles Ophioglossum wird aus dem Tertiär beschrieben.

II. Reihe. Heterospore Filicineen (S. 280).

30. Ordnung. Rhizocarpeae (S. 280).

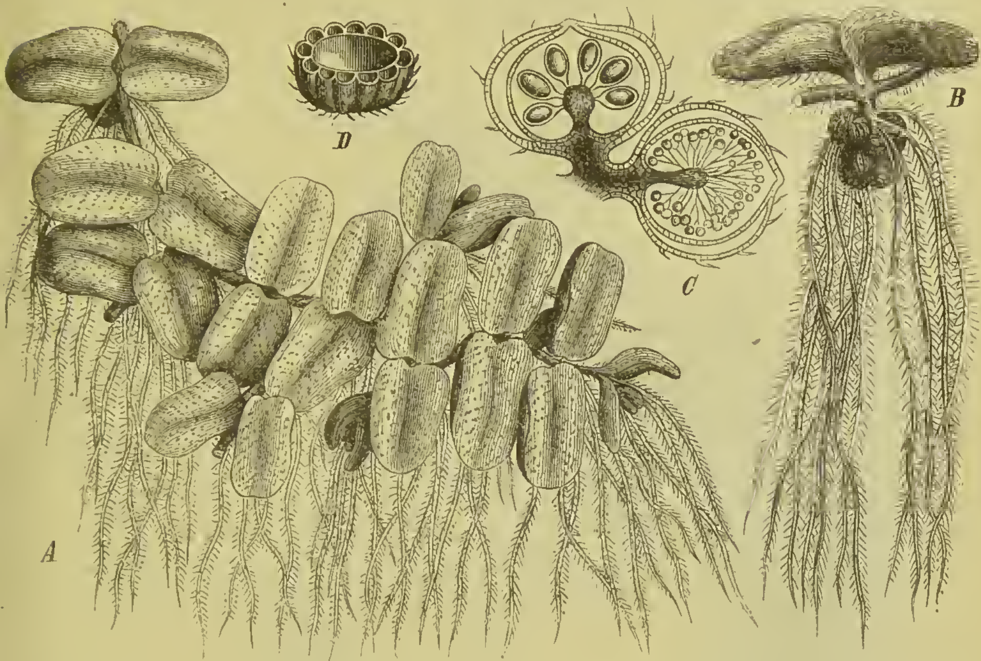
527. (Fam. 48.) Salviniaceae (S. 280). Diese Familie ist in Deutschland nur durch die Salvinia natans (Fig. 189 A) vertreten: eine kleine, schwimmende Wasserpflanze, deren dünnes, verzweigtes Stämmchen nur einen centralen Fibrovasalstrang enthält, in der Rinde weite, regelmässig gelegene Luftgänge führt und mit einer zweischneidigen Scheitelzelle wächst, welche ihre Segmente nach rechts und links abscheidet. Die Blätter stehen zu dreien im Quirl: je zwei Blätter mit flacher, ungetheilter, ovaler Spreite entspringen auf der Rückenseite und sind die „Luft- oder Schwimmblätter“, deren Gewebe zwei Lagen grosser Luftkammern enthält, die durch einschichtige Scheidewände getrennt werden; das dritte „Wasserblatt“ entsteht auf der Bauchseite des Stengels und hängt als wurzelartiges Organ, in viele behaarte Zipfel zerschlitzt, ins Wasser hinab (Fig. 189 B). Eine echte Wurzel fehlt.

528. Die Sporangien sind in einfächerige Früchte eingeschlossen. Dieselben sind ziemlich kugelig, fast erbsengross, behaart, braun und entspringen zu 4—8 büschelig auf kurzem Stiele zwischen den Zipfeln des Wasserblattes (Fig. 189 B). Ihre Wand ist von einer Schicht bogig von oben

Fig. 188. Botrychium Lunaria Sw. Längsschnitt durch das Prothallium, nach Hofmeister. Vergr. 50.

nach unten verlaufender Luftcanäle durchzogen (Fig. 189 D). Die oberen Früchte enthalten gewöhnlich Makro-, die unteren Mikrosporangien (Fig. 189 C).

Fig. 189.



Jede Frucht ist ein metamorphosirter Blattzipfel, welcher zu der die Sporangien entwickelnden Columella (Receptaculum) auswächst, während an seiner Basis ein Ringwulst von Zellen sich erhebt, der emporwächst und über der Columella zu einer endlich ganz geschlossenen Hülle, der Sporenfruchtwand, zusammenneigt. Letztere gleicht somit dem unterständigen Indusium mancher Farne (Hymenophyllaceen, Cyathea-Arten, bei denen jedoch der Schleier offen — Diacalpe, bei welcher Gattung er vollständig, wie hier, geschlossen ist). Die Mikrosporangien sind kugelig und lang gestielt, die

Fig. 190.

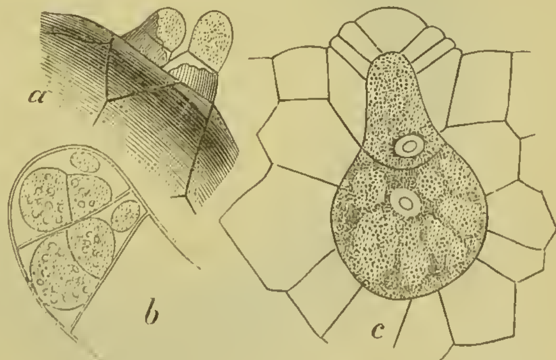


Fig. 189. Salvinia natans L. A Schwimmende Pflanze in natürl. Grösse. — B Stück des Stengels mit zwei Luftblättern und dem zugehörigen fructificirenden Wasserblatte, natürl. Grösse. — C Zwei Sporangien im Längsschnitte, das obere mit Makro-, das untere rechts mit Mikrosporangien; schwach vergr. und etwas schematisirt. — D Querdurchschnittenes Sporangium entleert; schwach vergrössert.

Fig. 190. Salvinia natans, nach Pringsheim. *a* Stück vom Umfange eines Mikrosporangiums mit Antheridien. *b* Spitze des Mikrosporenschlauches mit dem zweizelligen Antheridium. *c* Archegonium. Vergr. *a* 250, *b* 580, *c* 300.

Makrosporangien eiförmig und kurz gestielt (Fig. 189 C). Die Entwickelung beider ist derjenigen der Polypodiaceensporangien (§ 506) ähnlich, doch bilden sie in ihrer zuletzt auch einschichtigen Wand keinen Ring aus. Die aus der Centralzelle hervorgehenden 16 Sporenmutterzellen entwickeln in den Mikrosporangien 64 Mikrosporen: dieselben liegen einer aus den zerstörten Mantelzellen hervorgegangenen schaumigen Schleimmasse eingebettet, die später hart wird und dann eine anscheinend zellige Structur zeigt. Die Makrosporangien entwickeln sich bis zur Anlage der Sporen ganz gleich. Von da ab bildet sich aber nur eine Spore weiter aus. Diese wächst, ihre Schwestersporen verdrängend, mächtig her-

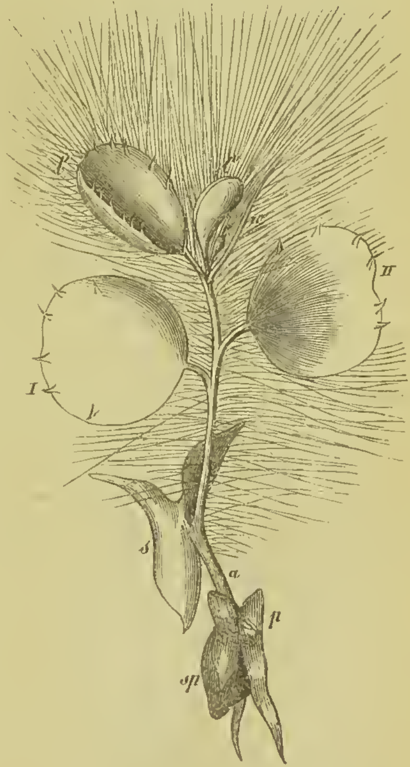
Fig. 191.

Fig. 191. Salvinia natans L. Medianschnitt durch Makrospore, Prothallium und Embryo zur Zeit des Durchbruches des letzteren durch das Prothallium (Vergr. 150), ch Pringsheim. *v* Stammspitze, *s* Schildchen, *b′* erstes und *b″* zweites Blatt des bryo; *p* Prothallium, *a* Archegonium; *sp* Sporangiumwand; *e* Sporenhaut, *ep* Epi-n und *d* Diaphragma der Makrospore.

an, füllt bald das ganze Sporangium aus und wird von dem aus den resorbirenden Schwesterzellen und Mantelzellen entstehenden Schaume überzogen, der das am Scheitel dreilappige Episporium bildet (Fig. 191 *ep*). Nach Entwickelung der Sporenfrüchte geht die einjährige Pflanze zu Grunde. Die Früchte werden durch Verwesung geöffnet. Die Keimung findet im Mai statt.

§ 529. Die Mikrosporen bleiben bei der Keimung im Sporangium eingeschlossen. Das schlauchförmige, sehr rudimentäre, männliche Prothallium, welches die einzelne Spore entwickelt, durchbricht Schaummasse und Sporangiumwand und tritt mit seinem stumpfen Ende nach aussen (Fig. 190 *a*). Letzteres wird durch eine Querwand abgegliedert. Das dadurch angelegte Antheridium theilt sich durch eine Querwand in zwei Zellen und in jeder Zelle bilden sich durch zweimalige Zweitheilung des grössten Theiles des Plasmas vier Spermatozoiden (Fig. 190 *b*), die durch deckelförmiges Aufreissen des Antheridiums frei werden.

Fig. 192.



Das weibliche Prothallium entsteht in dem Scheitel der Makrospore zunächst als eine Ansammlung dichten Plasmas, welche in eine Anzahl Zellen zerfällt, die sich erst später mit Membran umhüllen und zu einem kleinen Gewebekörper, dem Vorkeime, verschmelzen, der durch die gemeinsame Membran seiner unteren Zellen (Diaphragma) von dem die Reservestoffe führenden übrigen Sporenraume abgegrenzt ist (Fig. 191 *d*). Sporenmembran und Sporangien werden dann über dem Scheitel des chlorophyllreichen Vorkeimes gesprengt, der aber die Makrospore nicht abstreift, sondern mit ihr in Verbindung bleibt (Fig. 191 *p*). In seiner Grösse bleibt er hinter dem der Farne zurück. Die Entwickelung des Archegoniums (Fig. 190 *c*) erfolgt ähnlich, wie bei den Farnkräutern. Sein Hals bleibt kurz, wie bei den Marattiaceen (vgl. Fig. 182).

530. Nach der Befruchtung schliesst sich der Halscanal des Archegoniums und der Embryo theilt sich zuerst wie derjenige der Polypodiaceen (§ 511) und Marsiliaceen (§ 534) in Octanten, von denen die weitere Differenzirung der Organe so ausgeht, dass aus den zwei oberen vorderen Octanten das Keimblatt (Schildchen — Fig. 191, 192: *s*), aus einem der unteren

Fig. 192. Salvinia natans L. Junge Pflanze noch in Verbindung mit Prothallium (*p*) und Makrospore (*sp*); *a* Stielchen, *s* Schildchen; I und II die beiden ersten, einzeln stehenden Blätter; *l'* und *l''* die beiden Luftblätter und *w* das zugehörige Wasserblatt des ersten normalen Quirles; *c* Stammspitze. Nach Pringsheim. Vergr. 20.

der Stammscheitel (Fig. 191 v), aus der hinteren Hälfte der anfangs fersenartige (Fig. 191), später stielartige Fuss (das Stielchen — Fig. 192 a) sich bildet, während das Prothallium rechts und links in je einen flügelartigen Lappen auswächst, der weit neben der Spore herunterhängt (Fig. 192 p). An dem aus dem Vorkeime hervortretenden Pflänzchen werden die beiden auf das schildförmige Keimblatt folgenden gestielten, den Schwimmblättern schon ähnlichen Blätter auch noch einzeln angelegt (Fig. 192 I, II). Erst am vierten Knoten des Stämmchens entwickelt sich der erste normale Blattwirtel (Fig. 192 l', l'', w) mit noch einzipfeligem Wasserblatte.

531. Die Salviniaceen umfassen kaum ein Dutzend Arten, von denen Salvinia natans durch ganz Europa, Nordasien und Nordamerika verbreitet ist. Die nur in wärmeren Klimaten vorkommende Gattung Azolla besitzt statt der Wasserblätter Wurzeln, zeichnet sich aber vorzüglich dadurch aus, dass die Makrospore des einzeln stehenden Sporangiums auf ihrem Scheitel eine Anzahl eigenthümlicher, schaumiger Schwimmapparate besitzt und dass die die Mikrosporen einbettende Schaummasse in Stücke gegliedert ist, welche auf ihrer Oberfläche haarartige Fortsätze (Glochiden) tragen.

Fossil sind 5 Arten von Salvinia im Tertiär.

532. (Fam. 49.) Marsiliaceae (S. 280). Die Familie enthält Land- oder Sumpfpflanzen, deren kriechender Stengel auf der Bauchseite echte Wurzeln in acropetaler Folge, auf dem Rücken zweizeilig gestellte Blätter entwickelt. Die Scheitelzelle des Stammes ist tetraëdrisch; ihre eine Segmentreihe ist bauchwärts gekehrt, die beiden anderen Reihen sind dem Rücken zugewendet. Die Blätter sind bei Pilularia stielartig, ohne Spreite (Fig. 194), bei Marsilia (Fig. 193) mit einer zweijochig-gefiederten Spreite versehen, deren Blättchen periodische Bewegung in Folge von Lichtwechsel zeigen (§ 328).

Die Sporenfrüchte entstehen auf der Vorderfläche oder an der Basis des Blattstieles (Fig. 193, 194). Sie besitzen eine harte, feste Wand, die unter der mit Spaltöffnungen versehenen, meist stark behaarten Epidermis zwei Lagen dickwandiger, harter Pallisadenzellen zeigt. Bei Pilularia sind sie 2—4fächerig, 2—4klappig aufspringend (bei P. globulifera 4fächerig), die Fachwände von einem weichen, schleimigen Parenchym gebildet, dessen Fächer beiderlei Sporangien auf einem breiten, leistenartigen, der Fruchtwand ansitzenden Receptaculum entwickeln.

533. Die Früchte von Marsilia sind bohnenförmig, zweiklappig, im Inneren mit zwei Reihen von Fächern (Sori — Fig. 195 A, C) versehen, deren Receptaculum auf der Aussenseite der trennenden Wand (des sackförmigen Indusiums) herabläuft und die Makrosporangien auf seinem Rücken, die Mikrosporangien auf den Seiten trägt (Fig. 195 D). Bei der Keimung werden diese Fächer von einem innen an der Kante der Frucht ringförmig verlaufenden, aus stark quellenden Parenchymzellen bestehenden Gewebe zwischen den sich öffnenden Klappen hervorgezerrt (Fig. 195 B), so dass sie an dem wurmartig sich streckenden Gallertringe wie Fiedern in zwei Reihen hängen (Fig. 195 C).

Die Entwickelung der als Papille sich vorwölbenden Sporangien weicht von derjenigen der Salviniaceen und Farne dadurch ab, dass sie sich zuerst mittelst einer in Folge schiefer Wände entstehenden, dreischneidigen Scheitelzelle theilen, ehe die obere Wandzelle von der Centralzelle abge-

schnitten wird (Fig. 196). Die weitere Ausbildung verläuft derjenigen der Salviniaceen ähnlich; doch sind die Mikrosporen nicht in Schaummassen eingebettet. Dagegen besitzt die einzige sehr grosse Makrospore eine doppelt prismatisch-geschichtete, aus den resorbirten Sporenmutterzellen und Mantelzellen des Makrosporangiums hervorgehende Gallerthülle (Episporium),

Fig. 193.



Fig. 194.



die in der Nähe des Scheitels mächtig entwickelt ist und hier eine trichterförmige Grube bildet, in deren Grunde der warzig vortretende Sporenscheitel liegt (Fig. 197).

Fig. 193. Marsilia quadrifolia L. Stück des kriechenden Stengels mit zwei fructificirenden Blättern in natürlicher Grösse und Frucht vergrössert.

Fig. 194. Pilularia globulifera L. Stück der fructificirenden Pflanze, nat. Grösse.

Fig. 197.

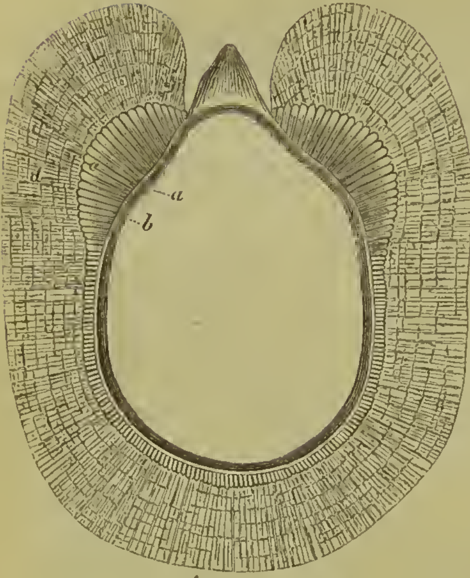


Fig. 196.

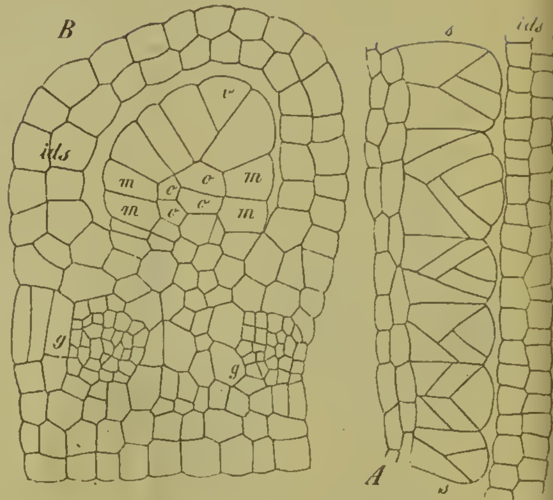


Fig. 195.

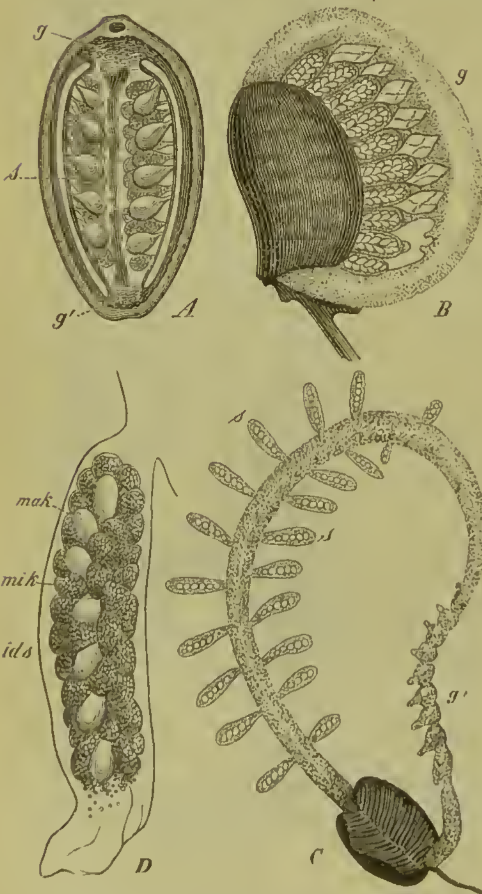


Fig. 198.

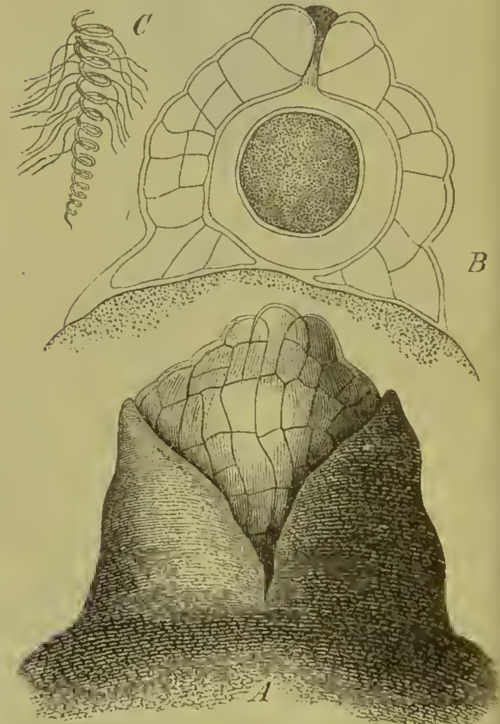


Fig. 198. Marsilia salvatrix Hanst. A Prothallium mit bereits befruchtetem Ei im geöffneten Scheitel der Makrospore (Vergr. 230). B Prothallium mit befruchtetem Ei im Längsschnitte (Vergr. 230). C Spermatozoid (Vergr. 690). Nach Hanstein.

Fig. 195. Marsilia salvatrix Hanst. A Querschnitt der reifen, geschlossenen Frucht, vergr. B Gequollene und geöffnete Frucht mit austretendem Gallertringe (Vergr. $2\frac{1}{2}$).

534. Ein eigentliches männliches Prothallium der Mikrosporen kommt bei den Marsiliaceen kaum zur Andeutung. Das Plasma contrahirt sich zu einem innerhalb eines safterfüllten, anfänglich noch Stärkekörner enthaltenden Raumes (dem

---

C vollständig entleerte Frucht, nat. Gr. D Sorus (Vergr. 6). *s* Sorus, *g* Gallertring, *g'* dessen Bauchstück, *ids* Indusium, *mak* Makrosporangien, *mik* Mikrosporangien. Nach Hanstein.

Fig. 196. Marsilia elata Al. Br. A Längsschnitt durch einen jungen Sorus *ss*, B Querschnitt eines älteren. *ids* Indusium, *g* Gefässbündel, *o* die für den Fibrovasalstrang des Receptaculums bestimmten Zellen, *m* Mutterzellen der Mikrosporangien, *e* Mutterzelle eines Makrosporangiums Vergr. 330. Nach Russow.

Fig. 197. Pilularia globulifera. Makrospore ' im Längsschnitte (Vergr. 80). *a* Sporenhaut, *b—d* die Schichten des Episporiums.

Fig. 199.

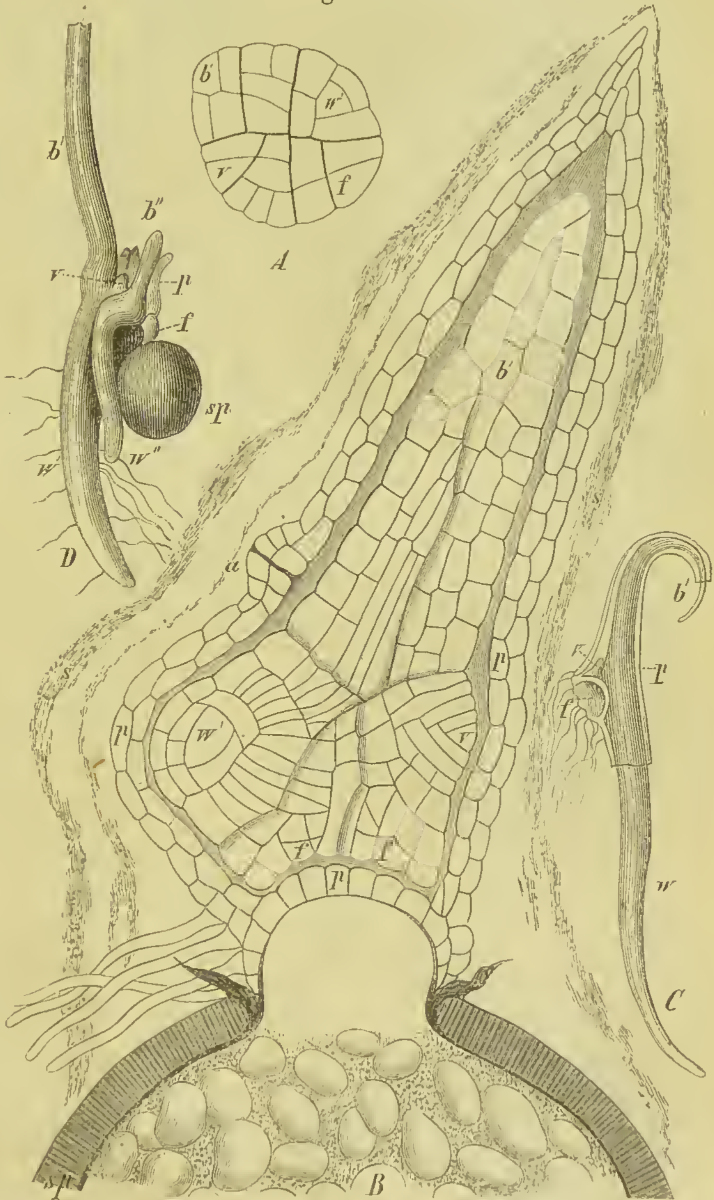


Fig. 199. Marsilia. A Embryo, 34 Stunden alt, im Medianschnitte (Vergr. 230). B Längsschnitt eines $3\frac{1}{2}$—4 Tage alten Embryo, im Prothallium eingeschlossen auf der Spitze der Spore; der Embryo selbst (wie die übrigen Figuren) nach Hanstein (Vergr. 230) und die Lücke zwischen Prothallium und Embryo der grösseren Deutlichkeit wegen schattirt. C Neun Tage alter Embryo, von der Spore abgelöst (Vergr. 7). D Ein rascher gewachsenes Keimpflänzchen, 7 Tage alt, noch in Verbindung mit Prothallium und Spore (Vergr. 14). — *sp* Spore, *p* Prothallium, *a* Archegoniumhals, *s* Schleimhülle aus dem gequollenen Episporium, *f* Fuss, *v* Stammscheitel, *w'* erste und *w''* zweite Wurzel, *b'* erstes (in Fig. D nur zur Hälfte gezeichnetes), *b''* zweites Blatt.

rudimentären Prothallium) schwimmenden Ballen, der durch drei auf einander senkrechte Theilungen in acht Portionen zerfällt, von denen jede vier, sich mit einer Membran umhüllende, tetraëdrisch gelagerte Spermatozoiden-Mutterzellen liefert. Bei Pilularia zeigt der Samenkörper 4—5, bei Marsilia 12—13 Windungen (Fig. 198 C). Die Spermatozoiden werden sammt dem quellenden Endosporium aus der platzenden Mikrospore entleert.

Das weibliche Prothallium bildet sich wie bei Salvinia, ist aber kleiner. Es sitzt dem Scheitel der klappig aufreissenden Spore auf (Fig. 198 A, B) und bleibt auch hier mit der Makrospore in Verbindung. Der Embryo theilt sich durch eine ziemlich senkrechte Wand in eine vordere grössere und hintere kleinere Zelle; jede derselben zerfällt durch eine Horizontalwand in einen oberen und unteren Quadranten. Aus dem vorderen oberen Quadranten geht, wie bei Salvinia, das erste Blatt, aus dem unteren der Stammscheitel hervor; der hintere obere Quadrant entwickelt sich dagegen zur ersten Wurzel, der untere zum Fuss der Keimpflanze (Fig. 199 A, B). Das erste Blatt der letzteren ist spreitenlos; die folgenden Blätter entwickeln bei Marsilia zuerst eine einfache, dann die weiteren Blätter eine zwei- bis vierlappige Spreite, bis schliesslich die normal getheilten Blätter auftreten.

535. Man kennt 56 Arten in 2 Gattungen, von denen Marsilia 51, Pilularia 5 enthält. Die meisten derselben kommen in den Tropen, besonders in Neuholland, vor. Deutschland besitzt von jeder Gattung eine Art:

Marsilia: Blätter mit 2jochig gefiederter, kleeartiger Spreite. Früchte bohnenförmig, vielfächerig, 2klappig (M. quadrifolia).

Pilularia: Blätter pfriemenförmig, spreitenlos. Früchte kugelig, 2—4fächerig, 2—4-klappig (P. globulifera).

Im Tertiär kommen eine Pilularia und eine Marsilia vor. Den Marsiliaceen ähnliche Formen finden sich im Wealden (Marsilidium), Rhät (Joanpaulia) und Keuper (Sagenopteris).

VIII. Classe. Equisetinae (S. 278).

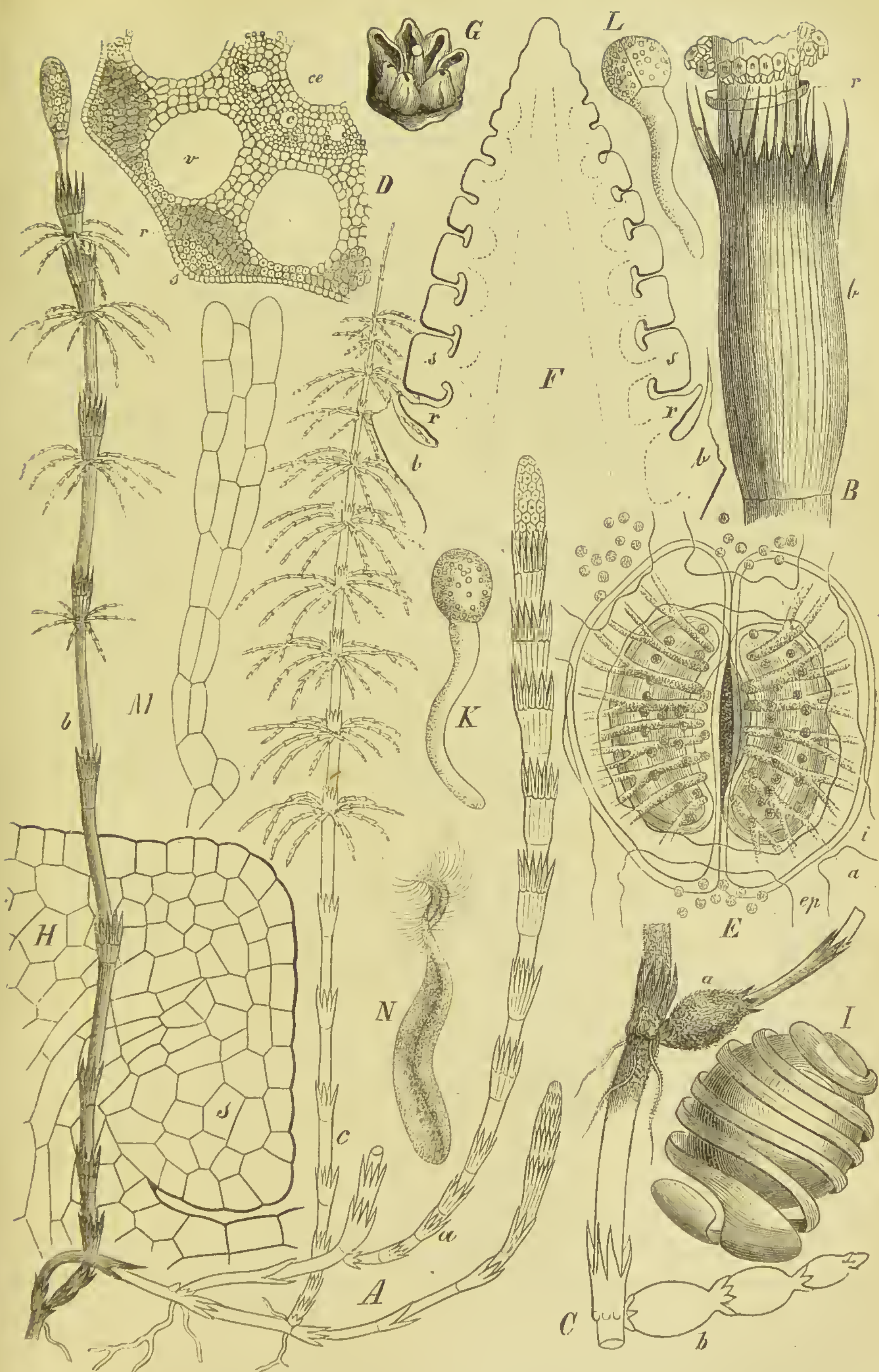
31. Ordnung. Equisetaceae.

536. (Fam. 50.) Equisetaceae. Der äussere Aufbau der Schachtelhalme ist ein von dem aller übrigen Gefässkryptogamen so abweichender, dass dieselben mit keiner anderen Form der Gruppe verwechselt werden

---

Fig. 200. A Equisetum pratense Ehrh. nat. Gr.; *a* fertiler Spross, *b* ein solcher in Astbildung begriffen, *c* junger steriler Spross. — B Equis. Telmateja Ehrh. nat. Gr. Oberes Internodium der Blattregion des fertilen Sprosses; *b* Blatt, *r* Ring und über demselben der unterste Fruchtblattquirl. — C Equis. arvense L. nat. Gr. Stück des Rhizomes mit Knollen (*a*, *b*). — D Equis. palustre L. Schematisirter Querschnitt des Stengelinternodiums, vergr.; *ce* centrale Lufthöhle, *c* Carinalhöhlen, *v* Valecularhöhlen, *r* chlorophyllhaltiges Parenchym, *s* Sclerenchymbündel. — E Equis. arvense L. Spaltöffnung (Vergr. 670); *ep* die angrenzenden Epidermiszellwände, *a* äusseres und *i* inneres Schliesszellenpaar. — F Equis. arvense L. Längsschnitt der halb entwickelten Fruchtähre (Vergr. 50); *b* oberstes Blatt, *r* Ring, *s* Fruchtblätter. — G Equis. arvense L. Sporangienträger mit reifen, geöffneten Sporangien, von unten gesehen, schwach vergr. — H Equis. arvense L. Halber junger Sporangienträger im Längsschnitte (Vergr. 300), nach Russow; *s* junges Sporangium. — J Equis. palustre L. Spore (Vergr. 480). — K bis M Equis. limosum L. Junge Vorkeime (Vergr. 300, M schwächer). — N Equis. Telmateja Ehrh. Spermatozoid (sehr stark vergr.) nach Schacht.

Fig. 200.



können. Der unterirdische Stamm, wie dessen oberirdische Sprosse und deren Verzweigungen, bestehen aus einer Anzahl meist hohler Internodien,

die durch niederige, scheibenförmige Knoten, resp. Scheidewände, von einander getrennt werden. Jedes Internodium zeigt auf dem Querschnitte einen Kreis von Gefässbündeln, die dasselbe senkrecht und isolirt durchziehen, dagegen im Knoten sich in je zwei Aeste spalten und durch diese so anastomosiren, dass sämmtliche Anastomosen eine ringförmig verlaufende Zickzacklinie bilden. In dem einzelnen Gefässbündel tritt ein unter Zerreissung der ältesten Gefässe gebildeter Luftgang, die Carinalhöhle auf (Fig. 200 D, *c*). Die Lage der Gefässbündel ist äusserlich gewöhnlich schon durch Vorsprünge des Internodiums (Riefen) angedeutet, die sich anatomisch durch das Vorkommen bastfaserartiger Zellen unter der Epidermis auszeichnen (Fig. 200 D, *s*). Die einzelnen Riefen sind dann durch (dem Parenchym zwischen den Gefässbündeln entsprechende) Rillen getrennt, unter denen im Stengelgewebe stärkere Luftgänge, die Valecularhöhlen, liegen (Fig. 200 D, *v*). In den auf einander folgenden Internodien alterniren alle diese Elemente mit einander.

537. Der grosse Vegetationskegel der Endknospe ist durch seine mächtige Scheitelzelle ausgezeichnet, deren Segmentirung bereits im § 115 erläutert wurde. Dass die jugendlichen Internodien ein Mark besitzen, durch dessen Zerreissung erst später die Centralhöhle gebildet wird, wurde ebenfalls schon erwähnt (§ 122). Die quirlig gestellten, scheinbar endogen entstehenden (§ 146) Zweige des unterirdischen Rhizomes, wie der oberirdischen Sprosse, zeigen im Wesentlichen den Bau der Stengel; die Zahl der an den letzten Verzweigungen auftretenden Riefen, Rillen, Gefässbündel etc. ist jedoch eine geringere, als die der stärkeren Sprosse. An den Rhizomen mancher Equiseten (namentlich bei E. arvense und E. Telmateja) entwickeln sich kurze, knollenartige, eirunde oder birnförmige, reich mit Stärke gefüllte Sprosse aus je einem Internodium, oder auch solche Sprossketten, die längere Zeit ruhen können und dann durch Weiterwachsen neue, gewöhnliche Sprosse bilden (Fig. 200 C).

538. Die Blätter der Equiseten sind scheidenförmig, cylindrisch oder glockenförmig aufgebaucht, am Rande mit so viel Zähnen versehen, als das zugehörige, unter ihnen stehende Internodium Gefässbündel besitzt. Auch sie zeigen oft den gleichen Bildungen ihres Internodiums entsprechende Rillen und Riefen (Fig. 200 A, B).

Das einzelne Blatt entsteht unterhalb des Vegetationskegels als ein einheitlich angelegter Gewebe-Ringwulst, auf dessen Kante eine Reihe zweischneidiger (Scheitel-)Zellen liegt, die sich durch abwechselnd dem Stengel zu- und abgeneigte Wände theilen. Auf der Kante des sich bald als Cylinder erhebenden Blattes werden dann in regelmässigen Abständen die Zähne desselben als kleine Zellenhöcker angelegt. Eine Verwachsung ursprünglich freier Blätter findet also hier, wie auch in vielen anderen Fällen, in denen man von verwachsenblätterigen Organen redet, nicht statt.

539. Die Sporangien entwickeln sich an metamorphosirten Blättern, welche stets das Ende eines normalen oder auch eigenthümlich umgestalteten Haupttriebes oder seiner Seitensprosse einnehmen (§ 542) und hier einen dichten, zapfen- oder ährenförmigen Fruchtstand bilden (Fig. 200 A). Zwischen dem letzten Scheidenblatte und der Sporangienähre ist noch ein eigenthümliches metamorphosirtes Blatt (Fig. 200 B, F: *r*) eingeschaltet,

das als Ring bezeichnet wird und oft auch auf kurzen Zähnen einzelne Sporangien trägt. Die sporangientragenden Blätter werden in derselben

Fig. 201.

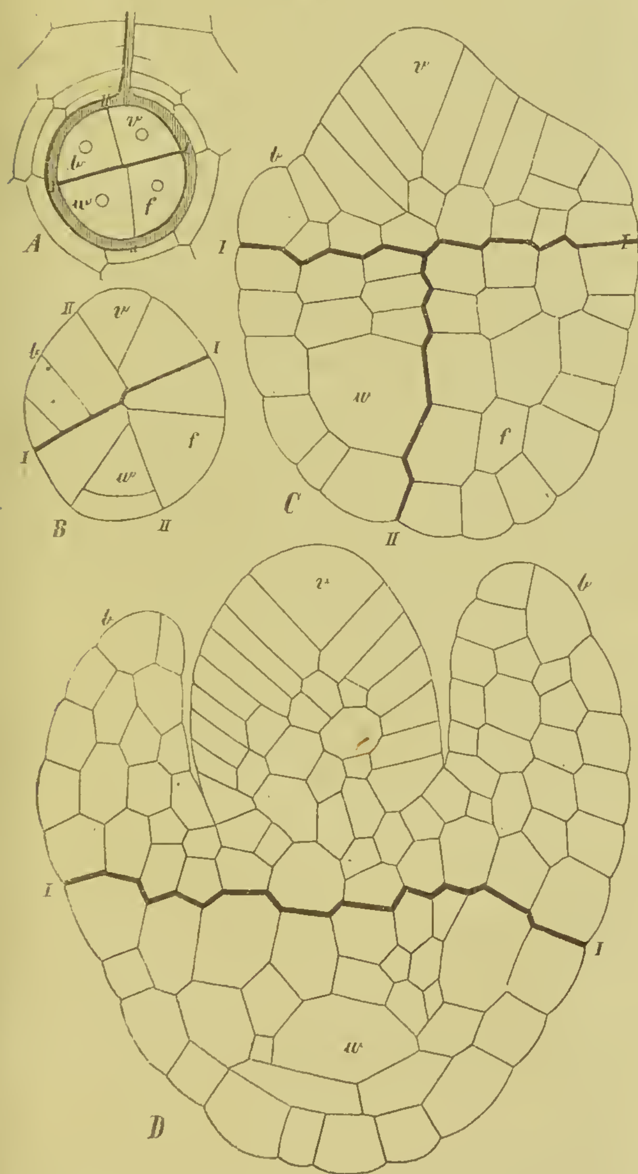


Fig. 202.

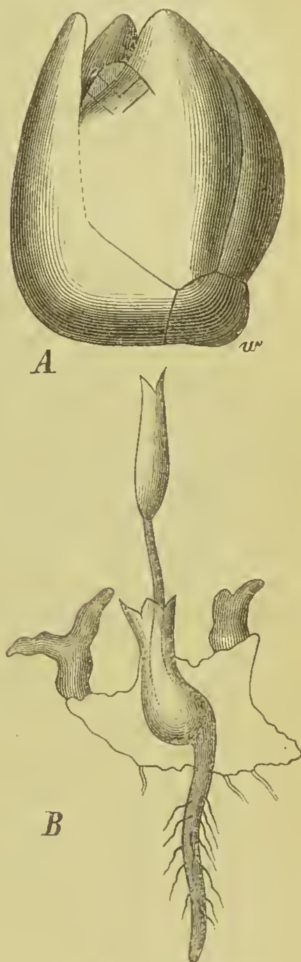


Fig. 202. Equisetum arvense L. A Embryo im Stadium, wo er das Archegonium durchbricht, nach Sadebeck. Vergr. 98. — B Stück des Prothalliums mit etwas älterer Keimpflanze, nach Hofmeister; Vergr. 10. — *w* Wurzel

Weise, wie die sterilen Scheidenblätter, angelegt; nur entwickelt sich ihr scheidenförmiger Theil in Folge schwachen intercalaren Wachsthumes nur wenig, während dagegen die den Zähnen der sterilen Blätter entsprechen-

Fig. 201. Equisetum arvense L. A Vierzelliger Embryo im Archegoniumbauche. B Optischer Längsschnitt eines etwas älteren Embryo. C und D Längsschnitte noch älterer Embryonen. Alle Figuren in gleicher Lage gezeichnet. *v* Stammscheitel, *b* Blatt, *w* Wurzel, *f* Fuss, I erste und II zweite Wand. Nach Sadebeck. Vergr. A und B 270, C 360, D 346.

den Zellhöcker eine bedeutendere Ausbildung erlangen. Diese sind zuerst halbkugelig; ihr unterer Theil bleibt aber bald dünner und wächst zum wagerecht abstehenden Stiele, der obere sich stärker entwickelnde zum Schildchen des Sporangienträgers heran, das in Folge des von den benachbarten Schildern ausgeübten Druckes polygonal wird (Fig. 200 F, *s*).

540. Auf der Unterseite des gewöhnlich sechsseitigen Schildchens, also der Axe zugewendet, entstehen meistens 5—10 säckchenförmige, ringlose Sporangien (Fig. 200 G), die als kleine Gewebehöcker angelegt werden (Fig. 200 H, *s*), deren äussere 3—4 Zellenlagen die Wand, eine innere Zellengruppe die Mutterzellen der Sporen liefern. Von den Wandschichten ist bei der Sporenreife nur die äusserste, dann durch einen Längsriss auf der dem Stielchen zugekehrten Seite sich öffnende Schicht erhalten, deren Zellen sich durch Spiral- und Ringfaserverdickungen auszeichnen. Die durch Viertheilung (§ 68) der Mutterzellen entstandenen Sporen sind durch die wiederholte Hautbildung charakterisirt. Die äusserste Membran besitzt schon sehr früh Verdickungen in Form zweier Schraubenbänder, die durch sehr schmale, zarte Hautstreifen getrennt sind; die unter ihr liegenden beiden Hautschichten stehen nur an einer Stelle mit der Aussenhaut in Verbindung. Letztere zerreisst bei der Reife in ihren zarten Partieen und die beiden austrocknenden, sehr hygroskopischen Schraubenbänder rollen sich als an ihren Enden spatelförmig verbreiterte Elateren mit grosser Lebhaftigkeit auf, bei Aufnahme einer sehr geringen Wassermenge (wie etwa durch Anhauchen) sofort wieder um die Spore zusammen (Fig. 200 J).

541. Die Keimung der Chlorophyll führenden Sporen erfolgt schon nach wenigen Tagen oder Stunden in ähnlicher Weise, wie bei den Osmundaceen (Fig. 200 K—M — vgl. § 508). Die chlorophyllreichen Vorkeime sind gewöhnlich zuerst schmal bandförmig (Fig. 200 M), später meistens vielfach gelappt. Sie zeigen in normalen Fällen Diöcie: kleinere Prothallien erzeugen Antheridien, grössere Archegonien. Die Antheridien entstehen an den Vorkeimlappen. Ihre Spermatozoiden, die grössten unter den Gefässkryptogamen, sind denen der Farne ähnlich (Fig. 200 N). Die Archegonien stimmen in ihrer Entwickelung mit denen der Farne (§ 510) überein, doch geht die Halscanalzelle etwa nur bis zur Mitte des Halses hinauf, dessen vier oberste Zellen sich durch sehr bedeutende Länge und dadurch auszeichnen, dass sie beim Oeffnen des Archegoniums sich wie Hörner nach aussen krümmen.

Der junge Embryo zerfällt zunächst (durch Wand I, Fig. 201 A) in eine obere, dem Archegoniumhalse zugewendete und in eine untere Hälfte, von welcher erstere schon durch die nächsten Segmentirungen mittelst schiefer Wände (Fig. 201 A, B) sich als die primäre, die Stammscheitelzelle producirende Axe zu erkennen giebt, an welcher das erste Blatt in gleicher Weise wie an der gewöhnlichen Axe als Ringwall angelegt wird (Fig. 201 A: Abscheidung des ersten Segmentes *b* von dem Stammscheitel *v*; in B Bildung weiterer Segmente, in C erste Andeutung des Ringwulstes, in D weitere Entwickelung des ersten Blattes). Die untere Hälfte des noch zweizelligen Embryo ist der Wurzeltheil, in dem ebenfalls schon die ersten Theilungen mittelst geneigter Wände zur Anlage der Wurzelscheitelzelle

und späterhin der Wurzelhaube führen (Fig. 201 A—D, in B die erste Wurzelhaubenkappe abgeschieden), welche die Bildung des Fusses (Fig. 201 A—C, *f*) als erstes Wurzelsegment mehr in den Hintergrund treten lassen. Der erste Spross des Pflänzchens besitzt nur 10—15 Internodien mit dreizähnigen Blättern (Fig. 202); ein an seiner Basis entspringender Zweig erzeugt bereits vierzähnige Blätter und jede folgende Sprossgeneration, von welcher ein sich abwärts in den Boden wendender Spross das erste Rhizom bildet, entwickelt immer stärkere Axen und mehr Blattzähne bis zur Erreichung der die Art charakterisirenden Normalzahl. Die ganze Entwickelung der jungen Equiseten ist eine sehr rasche.

542. Die Familie enthält nur eine Gattung mit 25 Arten, von denen viele eine sehr weite geographische Verbreitung zeigen, von denen Asien 14, Europa 12 (Deutschland 12), Amerika 21 besitzt. Neuholland hat keine Equiseten. — Die Classification erfolgt nach der Lage der eigenthümlich gebauten Spaltöffnungen (§ 85, Fig. 200 E) in der kieselerdereichen Epidermis (§ 36), nach dem Auftreten besonders gebauter fructificirender Triebe etc.

I. **Equiseta phaneropora** Milde (Equisetum L.). Spaltöffnungen im Niveau der Epidermiszellen liegend. Stengel nicht überwinternd, glatt oder weniger rauh. Aehre meist stumpf.

A. Equiseta heterophyadica Al. Br. Fertile Sprosse wenigstens im Anfange von den sterilen sehr verschieden, bleich oder röthlich, astlos, die erst später über die Erde tretenden sterilen grün und verzweigt, ihre Aeste ohne Centralhöhle.

1. Equiseta anomopora Milde (E. ametabola Al. Br.). Fertile Stengel vor den sterilen erscheinend, nach der Fruchtreife absterbend, ohne Aeste zu entwickeln. Sterile Stengel entweder nur auf den Aesten mit Spaltöffnungen oder diese auch in den Stengelrillen unregelmässig angeordnet. Aehrenaxe voll oder hohl. — E. arvense, Telmateja.

2. Equiseta stichopora (E. metabola). Im normalen Entwickelungsgange brechen die fruchtbaren Stengel astlos, bleich und ohne Spaltöffnungen hervor, entwickeln aber nach Ausstreuung der Sporen im oberen Theile Aeste, sowie Chlorophyll und Spaltöffnungen; letztere stehen meist in je einer Linie in den Rillen. Sterile Stengel gleichzeitig oder wenig später. Aehrenspindel voll. — E. pratense, sylvaticum.

B. Equiseta homophyadica. Sterile und fertile Stengel gleich gebildet und gleichzeitig erscheinend. Spaltöffnungen in unregelmässigen, mehrfachen Linien in den Rillen. Aeste unserer Arten mit Centralhöhle. Aehrenspindel hohl. — E. palustre, limosum, literale.

II. **Equiseta cryptopora** (Hippochaete Milde). Spaltöffnungen im Grunde einer Grube oder Spalte der Oberhaut unter dem Niveau der benachbarten Epidermiszellen. Stengel sehr hart und rauh, oft überwinternd, die fruchtbaren den unfruchtbaren gleich. Aehre stachelspitzig.

A. Equiseta ambigua Milde. Spaltöffnungen in 1 oder mehreren Linien stehend. Riefen der Stengel und Aeste convex. — E. ramosissimum.

B. Equiseta monosticha. Spaltöffnungen stets nur von 1 Linie gebildet. Riefen der Stengel und Aeste spitz zweikantig. — E. hiemale, variegatum.

Unter den tropischen Formen erreicht E. giganteum die bedeutende Höhe von 10—30 Fuss. Manche Arten (E. hiemale etc.) werden ihrer Härte wegen zum Poliren des Zinns benutzt (Scheuerkraut). — Fossil finden sich echte Equiseten in riesigen Dimensionen von der Trias (Buntsandstein) an. Andere Gattungen treten jedoch schon im Devon, reicher erst in der Steinkohlenperiode auf. Von letzteren ist namentlich Equisetites (E. lingulatus) zu erwähnen, zu welchem die bisher als Annularia beschriebenen Sporangienstände gehören, die sich von denen der echten Equiseten wesentlich nur durch die Einschaltung steriler Wirtel völlig getrennter Blätter zwischen die ebenfalls aus völlig getrennten Blättern bestehenden fruchtbaren Quirle unterscheiden.

Den Equisetaceen ausserordentlich nahe verwandt ist die nur fossil vorkommende Familie der Calamarieen (Calamites), die, bereits im Devon auftretend, während der Steinkohlenzeit ihre mächtigste Entwickelung erlangte. Ihre gerieften und gegliederten Stämme erreichten eine Höhe bis zu 12 Metern und darüber. Die dünnen Zweige mit den schmal lineal-lanzott-

lichen, nadelförmigen Blättern werden besonders als Calamocladus (Asterophyllites), die Sporangienstände als Calamostachys beschrieben.

IX. Classe. Lycopodinae (S. 278).

543. Die Verzweigung der Axe und Wurzel ist eine vorwiegend dichotome, weshalb die Classe auch wohl den Namen der Dichotomen führt. Die Blätter sind meistens klein, fast stets einfach, sehr selten in zwei Lappen gespalten. Die Sporangien werden stets einzeln als Zellenhöcker auf der Basis der Blattoberseite oder in der Blattachsel auf dem Stamme angelegt. Sie stehen gewöhnlich am Ende der Sprosse und dann tragen diese meistens anders gestaltete und kleinere Blätter.

Die drei Ordnungen mit je einer (lebenden) Familie unterscheiden sich kurz durch folgende Merkmale.

I. Isosporeae. Nur eine Art von auf der Blattbasis oder in der Blattachsel zur Entwickelung gelangenden 1-, 2- oder 3fächerigen, klappig aufspringenden Sporangien mit einerlei Sporen. Prothallium gross, selbständig, unterirdisch, chlorophylllos, monöcisch. Blätter verhältnissmässig klein, ohne Ligula: Lycopodiaceae.

II. Heterosporeae: Makro- und Mikrosporen vorhanden. Weibliche Prothallien klein, chlorophyllhaltig, sich nicht von der Makrospore trennend, oberirdisch, resp. im Wasser sich entwickelnd. Blätter mit Ligula.

1. Wasser-, Sumpf- oder Landpflanzen von binsenartigem Habitus, mit kurzem, knolligem, unverzweigtem Stamme und langen, stielrunden, an der Basis scheidigen Blättern. Sporangien in einer Grube der Blattbasis sitzend, durch Gewebesträuge unvollständig gekammert, beiderlei Sporangien mit zahlreichen Sporen, die durch Verwesung der Sporangienwand frei werden: Isoëtaceae.
2. Landpflanzen mit schlanker, meist wiederholt dichotom verzweigter Axe und kleinen flachen Blättern. Sporangien in der Blattachsel entspringend, später auf die Blattbasis rückend, einfächerig, kurz und dick gestielt; Makrosporangien meist nur am Grunde der Fruchtähre, mit nur 4 (selten mehr oder weniger) Makrosporen, wie die Mikrosporangien sich klappig öffnend: Selaginelleae.

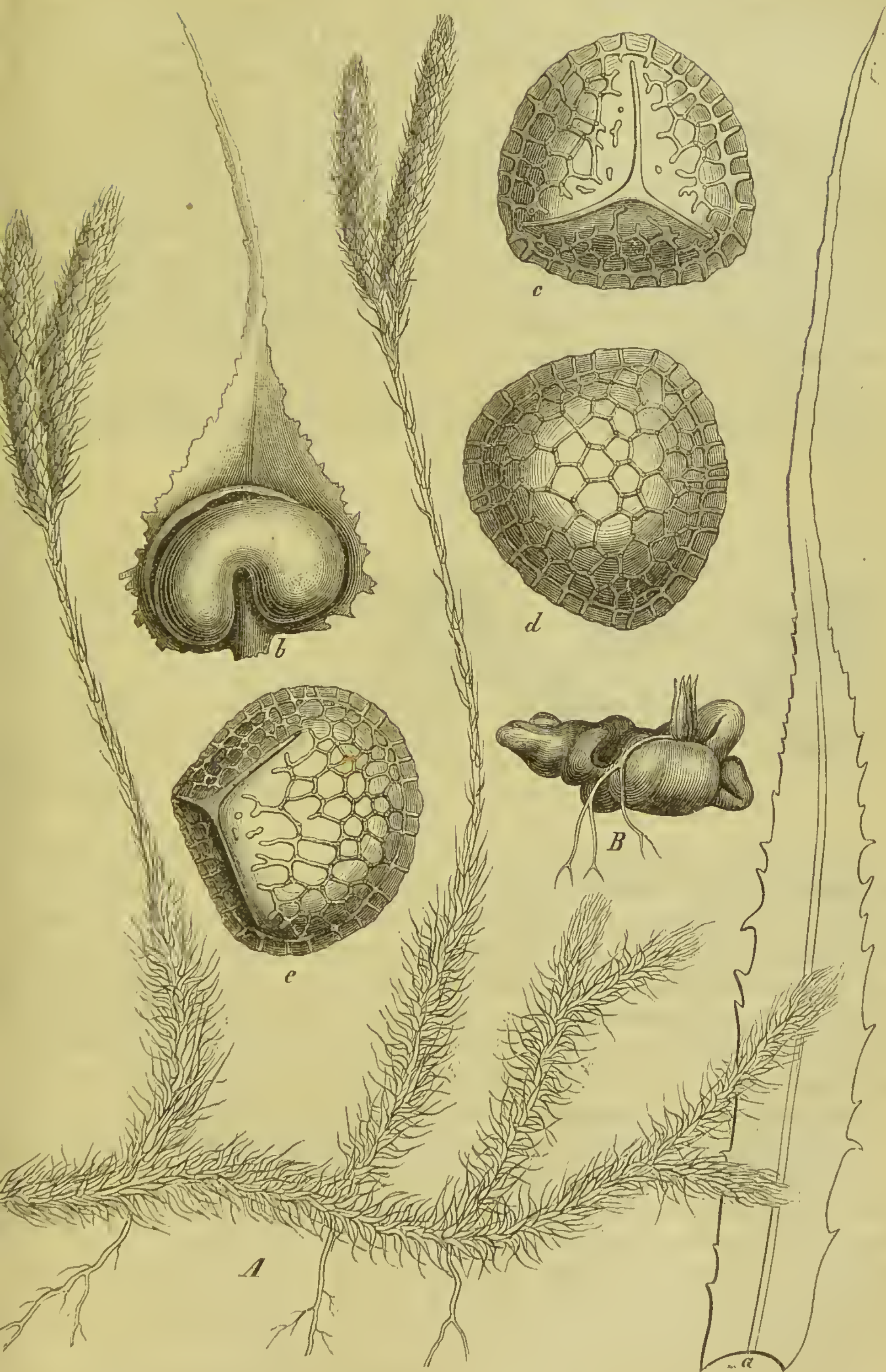
I. Reihe. Isospore Lycopodineen (§ 543).

32. Ordnung. Lycopodiaceae.

544. (Fam. 51.) Lycopodiaceae. Die Familie der Bärlappgewächse enthält vier Gattungen: Lycopodium, Psilotum, Tmesipteris und Phylloglossum, die letzteren drei mit zusammen nur 5 Arten. Von diesen entwickelt Lycopodium (Fig. 203) kriechende, aufrechte oder hängende Stämmchen mit dicht spiralig oder wirtelig gestellten, einfachen, nur von einem Mittelnerven durchzogenen Blättern, die entweder alle gleich gross und gleich gestaltet sind (L. Selago), oder von denen die an den Sporangienähren befindlichen sich durch andere Form und geringere Grösse auszeichnen (L. clavatum), oder welche ähnliche Formenunterschiede und decussirte Stellung zeigen, wie die Blätter der Lebensbäume: grosse gekielte Blätter

Fig. 203. A und *a*—*e* Lycopodium clavatum L. A Ast in nat. Gr. *a* Blatt vergr. *b* Fruchtblatt mit geöffnetem Sporangium, vergr. — *c*—*e* Sporen in 900facher Vergr.: *c* Scheitelansicht, *d* Ansicht der Grundfläche, *e* halb von der Seite gesehen, in allen drei Fig. der Rand im optischen Durchschnitte. — B Prothallium mit jungem Pflänzchen von Lycopodium annotinum L., nach Fankhauser, schwach vergrössert.

Fig. 203.



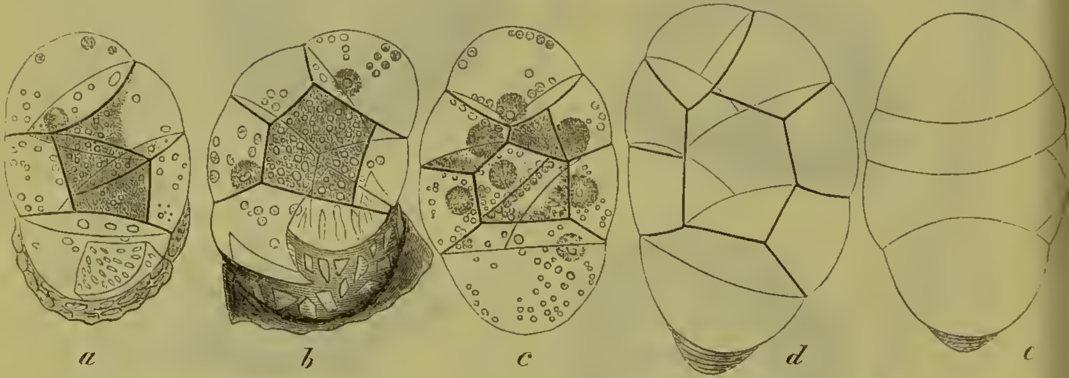
an den Seiten, kleinere flache auf den Flächen der flachen Aeste (L. complanatum). — Psilotum bildet einen gabelig verästelten, mit äusserst kleinen,

schuppenförmigen Blättern spärlich besetzten, wurzellosen Strauch; unterirdische, abweichend gebaute Sprosse mit noch mehr reducirten Blättchen vertreten die Wurzeln und können, an die Erdoberfläche gelangend, sich zu normalen Zweigen entwickeln. Tmesipteris ist habituell dieser Gattung ähnlich; Phylloglossum gleicht einer kleinen Orchis und entwickelt auch wie diese knollige Adventivsprosse, die jährlich einen neuen Trieb erzeugen.

Eine Scheitelzelle fehlt bei sämmtlichen Lycopodien an Stamm und Wurzeln; Psilotum besitzt eine tetraëdrische Scheitelzelle. Kleine, beblätterte, mit einer Wurzelanlage versehene Brutknospen, die sich ablösen und zu selbständigen Pflanzen heranwachsen, werden bei Lycopodium Selago an Stelle von Blättern entwickelt und wie diese angelegt. Als Winterknospen werden bei L. clavatum die eigenthümlich metamorphosirten Enden gewisser Sprosse bezeichnet.

545. Die ziemlich grossen Sporangien sind bei Lycopodium einfächerige, kurz und dick gestielte, nierenförmige, mit einem Querrisse über

Fig. 204.



den Scheitel sich zweiklappig öffnende, nur bei L. inundatum mit einem Querspalt auf der Vorderfläche aufspringende Kapseln, deren Breitseite der Blattfläche zugekehrt ist und deren Wand aus mehreren Zellenlagen besteht. Sie entwickeln sich ganz nahe am Stämmchen auf der Blattbasis, bei L. Selago in der Blattachsel unter nur geringer Betheiligung des Blattes als kleine, von der Epidermis des Blattes überzogene Zellenhöcker ohne Centralzelle für die Sporenmutterzellen. Psilotum besitzt drei-(selten zwei-)fächerige Sporangien, welche dreiklappig aufspringen und wie bei Lycopodium angelegt werden. Das Sporangium von Tmesipteris ist zweifächerig.

Die Keimung der Sporen ist nur unvollständig bekannt. Das Endospor tritt als Blase aus dem Exosporium hervor und theilt sich durch eine Querwand in zwei Zellen, von denen die obere durch rechts und links geneigte Wände zwei Reihen von Segmenten erzeugt, die sich durch Tangentialwände weiter theilen (Fig. 204). Der fertige, nur von Lycopodium annotinum bekannte Vorkeim stellt einen knollenartigen, gelappten Gewebekörper von etwa Haselnussgrösse dar (Fig. 203 B), der unterirdisch wächst, kein

Fig. 204. Lycopodium inundatum L. Junge Prothallien, zum Theil noch mit anhängendem Exosporium. *e* ist der Vorkeim *d* um 90° um seine Längsaxe gedreht. Nach De Bary. Vergr. 375.

Chlorophyll besitzt, spärlich Wurzelhaare entwickelt und auf der Oberseite dem Gewebe eingesenkte Antheridien trägt. Die Archegonien sind nicht bekannt, dagegen an den die Antheridien tragenden Vorkeimen junge Pflänzchen, welche, wie die Embryonen der Farne, einen stark ausgebildeten Fuss besitzen.

546. Die Zahl der bekannten Lycopodiaceen beträgt etwa 100. Die meisten Arten sind Bewohner der Tropen; in Europa ist nur die Gattung Lycopodium vertreten; Phylloglossum und Tmesipteris sind auf Neuholland und australische Inseln beschränkt. Manche Formen besitzen einen sehr weiten Verbreitungsbezirk.

Officinell sind die kugeltetraëdrischen, mit zarten Netzleisten besetzten Sporen unserer Lycopodien, die wohl meistens von dem gemeinen L. clavatum gesammelt werden (Fig. 203 —, Lycopodium, Bärlappsamen, Hexenmehl — Fälschungen mit Pollen von Pinus, Typha, Corylus, ferner durch Schwefelblüthe, Colophonium, Gyps etc. leicht unter dem Mikroskope erkennbar).

Fossile Lycopodiaceen werden in etwa 18 Arten beschrieben, die vom Devon bis zum Jura vorkommen und namentlich den Gattungen Lycopodium und Lycopodites angehören.

II. Reihe. Heterospore Lycopodineen (§ 543).

33. Ordnung. Isoëtaceae.

547. (Fam. 52.) Isoëtaceae. Die einzige Gattung Isoëtes zeichnet sich durch einen kurzen, dicken, unverzweigten Stamm aus, dessen ohne Scheitelzelle wachsender Vegetationskegel in einer flach-trichterartigen Einsenkung des Scheitels liegt und dessen Oberfläche ganz dicht mit Blättern besetzt ist. Derselbe besitzt ferner (als Ausnahme unter den Gefässkryptogamen) in einer die centrale Gefässbündelmasse umgebenden Meristemschicht lange dauerndes Dickenwachsthum auf vorwiegend zwei oder drei Seiten, so dass er dadurch zwei- oder dreilappig wird. Die Blätter sind lang, binsenähnlich, oben zugespitzt, im Querschnitte fast stielrund, unten in eine Scheide verbreitert. Sie enthalten nur einen Fibrovasalstrang und zahlreiche enge oder weite Luftcanäle. Auf der Vorderseite zeigt die Scheide eine grosse Grube (fovea), deren Rand sich bei manchen Arten in Form eines häutigen, in der Mitte offen bleibenden, selten sich ganz schliessenden Auswuchses erweitert, der als Segel (velum) das in der Grube einzeln sitzende Sporangium bedeckt (Fig. 205 B—D). Mitten über der Grube liegt ein kleineres Grübchen (foveola), von der Grube durch einen als Sattel (sella) bezeichneten Gewebewulst getrennt, auf dem sich als unterer Rand des Grübchens die Lippe (labium) erhebt. In dem Grunde des Grübchens sitzt auf einem breiten Fusse (glossopodium) ein häutiger Blattauswuchs, die Zunge (ligula, Fig. 205 B, C: *l*). Der diese für die Systematik wichtigen Gebilde umgebende weissliche Theil der Scheide heisst Hof (area). — Zwischen je zwei Jahrescyclen der normalen, fructificirenden Blätter entwickeln sich bei den landbewohnenden Arten schuppige Niederblätter (phyllades) ohne die stielrunde Spreite. Bei den wasserbewohnenden Arten sind die an gleicher Stelle auftretenden sterilen Blätter von den fertilen nur wenig unterschieden.

548. Die Sporangien entstehen als Zellenhöcker im Grunde der Fovea des Blattes, Mikrosporangien auf den inneren, Makrosporangien auf den äusseren Blättern. Beide sind lang-oval und im Inneren durch von der

Fig. 205.

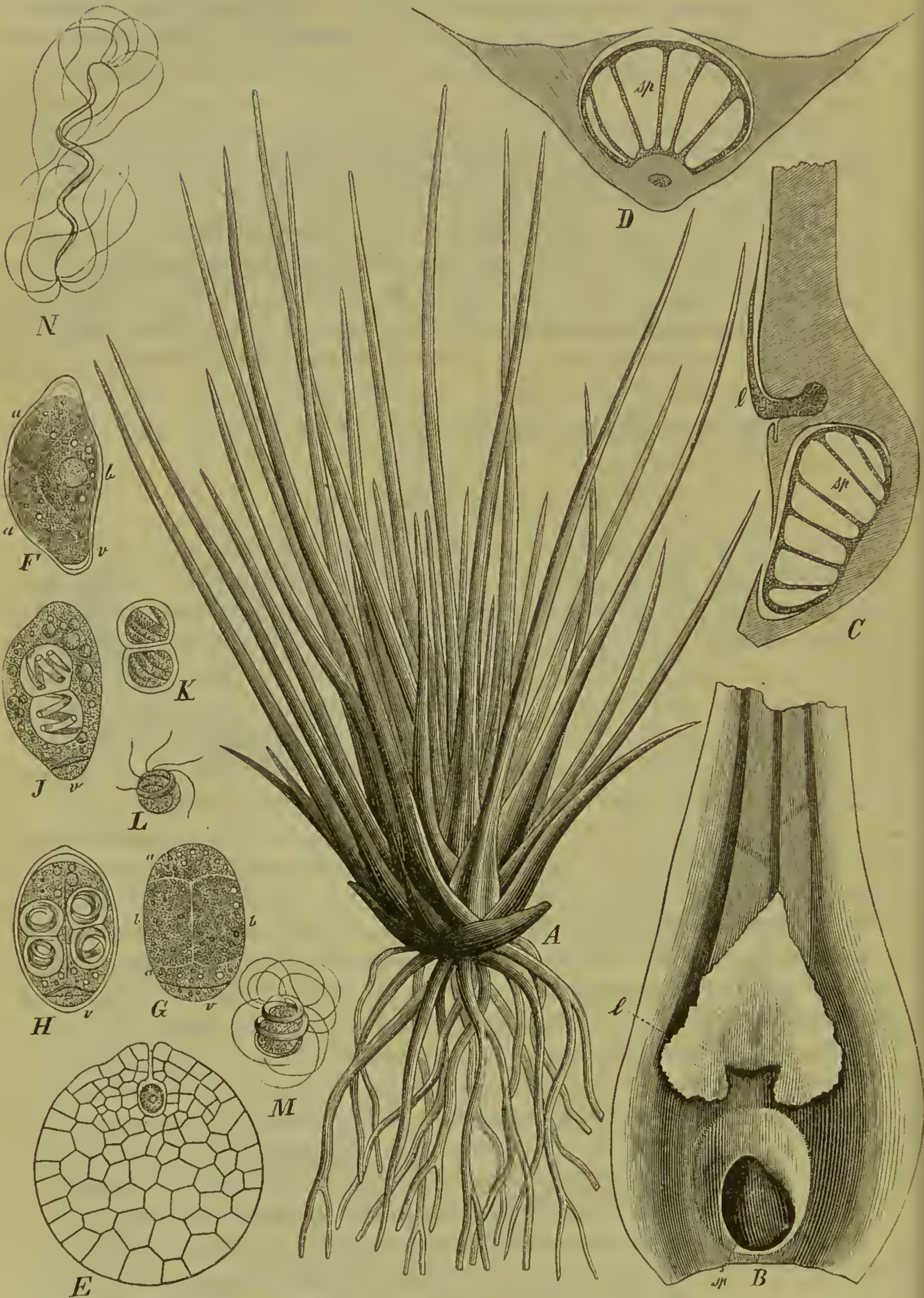


Fig. 205. Isoëtes lacustris Durieu. A Pflanze in nat. Gr. B Basis des fructificirenden Blattes von der Innenfläche gesehen, vergr. C Medianer Längsschnitt der fructificirenden Blattbasis, vergr. D Querschnitt der Basis eines fructificirenden Blattes, vergr. E Weibliches Prothallium im Längsschnitte, vier Wochen nach der Aussaat; Vergr. 40. F, G Mikrospore in Antheridienbildung (F von der Seite, G von

Bauch- zur Rückenseite verlaufende Gewebestränge (trabeculae) unvollständig gefächert (Fig. 205 C, D: *sp*). Sie werden durch Verwesung der mehrschichtigen Wände geöffnet. — Die zahlreichen Mikrosporen sind schief-oval mit vorgezogenen, stumpfen Enden (Fig. 205 F—J). In dem einen Ende wird bei der Keimung durch eine Scheidewand eine kleine sterile Zelle als rudimentäres männliches Prothallium (Fig. 205 F—J: *v*) abgeschnitten. Der Plasmainhalt der grossen Zelle (Antheridium) zerfällt in vier grosse Primordialzellen, von denen jedoch nur die beiden bauchständigen je zwei schraubig gewundene Spermatozoiden erzeugen (Fig. 205 F—M). Letztere sind unter allen Gefässkryptogamen dadurch ausgezeichnet, dass sie an jedem der beiden zugespitzten Enden mit einem Büschel langer Wimpern versehen sind (Fig. 205 N).

549. Die zu vielen im Sporangium entwickelten Makrosporen sind kugeltetraëdrisch. Sie erzeugen ein kleines weibliches Prothallium (Fig. 205 E), das nur mit seinem Scheitel aus der sich öffnenden Sporenhaut hervorragt. Es entsteht durch Bildung zahlreicher nackter Zellen aus dem Sporenplasma (vgl. Fig. 206 H), die sich erst mit Membran umgeben und zum Vorkeime sich vereinigen, wenn die ganze Spore mit ihnen angefüllt ist. Das erste Archegonium entwickelt sich auf dem Scheitel des Vorkeimes (Fig. 205 E) durch Theilung einer oberflächlich gelegenen Zelle in ähnlicher Weise, wie bei den Farnen. Sein Hals bleibt sehr kurz, aus vier Zellreihen gebildet. Wird es nicht befruchtet, so entstehen neben ihm weitere Archegonien. Die erste Theilung im befruchteten Ei erfolgt quer zur Längsaxe des Archegoniums; die zweite Theilung zerlegt beide Zellen in Quadranten. Die obere, stärker wachsende Hälfte des Embryo wird zum ersten Blatte (Keimblatt), das schon früh durch eine kleine Ligula von dem unteren, hypocotylen Theile abgegrenzt ist und dem Embryo auf diesem Entwickelungsstadium grosse Aehnlichkeit mit einem Monocotylen-Keimlinge verleiht. Unter der Ligula entwickelt sich der Stammscheitel, ihm gegenüber der Fuss und etwa gleichzeitig mit der Anlage des ersten Stengelblattes am Vegetationskegel die erste axile Wurzel.

550. Die Zahl der bekannten Arten der über die ganze Erde verbreiteten Gattung ist gering. Sehr reich an Arten ist die Mittelmeerflora; Deutschland besitzt nur 2 Arten. Weil der Habitus der Formen wenig Wechsel bietet, so sind die Form- und Grössenverhältnisse der im § 547 genannten Organe des Blattes etc. für die Unterscheidung benutzt worden. Da diese Merkmale zum grossen Theile mit der verschiedenen Lebensweise der Artengruppen zusammenfallen, so pflegt man die Gattung in die drei Abtheilungen der Aquaticae, Amphibiae und Terrestres zu gliedern.

Aus dem Miocen werden zwei Formen der Gattung beschrieben.

34. Ordnung. Selaginelleae.

551. (Fam. 53.) Selaginelleae. Die einzige Gattung Selaginella besitzt lange, dünne, kriechende oder aufrechte, wiederholt in einer Ebene

---

der Bauchseite gesehen und ohne Exospor gezeichnet; *a* die Rücken-, *b* die Bauchzellen des Antheridiums, *v* rudimentäres männliches Prothallium). H, J Mikrosporen in Spermatozoidenbildung begriffen (H von der Bauchseite, J von der Seite und ohne Exospor gezeichnet). K—M Allmähliche Ausbildung eines Spermatozoides. N Reifes Spermatozoid. — *sp* Sporangium, *l* Ligula. — E Nach Hofmeister, F—N nach Millardet (in Sachs' Lehrb. d. Botan.). Vergr. F—L 580, M und N 700.

dichotom (§ 151, Fig. 39) verzweigte Stämmchen mit einem oder mehreren Fibrovasalsträngen, die von einem grossen Intercellularraume umgeben werden und mit dem übrigen Stammgewebe durch radial verlaufende Zellenfäden in Verbindung stehen. Der schlanke Vegetationskegel wächst mit oder ohne Scheitelzelle. Die Blätter sind klein, einfach gebaut, nur mit Mittelnerv und an der Basis mit einer häutigen, gewöhnlich frühzeitig verloren gehenden Ligula versehen, bei den meisten Arten in zweigliederige, sich schief kreuzende Quirle gestellt, die je aus einem grösseren und kleineren Blatte so zusammengesetzt werden, dass letztere zwei Reihen von Oberblättern bilden, der beblätterte Stengel flach und bilateral wird (S. helvetica). Andere Selaginellen besitzen gleich gestaltete, spiralig oder wirtelig gestellte Blätter (S. spinulosa).

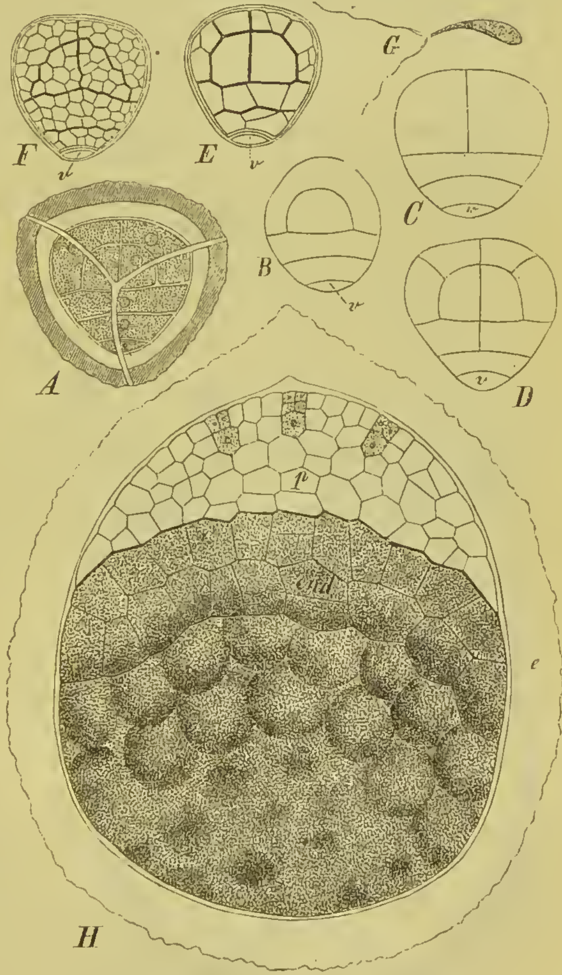
Bei einigen Selaginellen entstehen die Wurzeln an eigenthümlichen blattlosen Sprossen, den Wurzelträgern, welche nahe dem Vegetationskegel exogen angelegt werden, im Bogen nach abwärts und anfänglich mit Scheitelzelle wachsen, dann aber diese verlieren und nur durch intercalares Wachsthum sich verlängern. Ihr Ende schwillt an und bildet im Inneren die junge echte Wurzel, die aber die zu Schleim zusammenfliessenden Zellen des Wurzelträgerendes erst durchbricht, wenn dieses in den Boden gelangt ist. Unter Umständen können sich die Wurzelträger in beblätterte Sprosse umwandeln.

552. Die Sporangien entstehen an den Enden der Sprosse, die gewöhnlich eine deutlich abgesetzte Aehre mit anders gestalteten und gewöhnlich auch gleich grossen Blättern bilden, von denen eines oder wenige untere die Makrosporangien, die meisten oberen Mikrosporangien tragen. Das einzelne, kurz und dick gestielte Sporangium tritt in der Blattachsel als ein kleiner Zellenhöcker aus dem oberflächlichen Gewebe des Stengelumfanges hervor und zwar kurze Zeit nach Anlage des Tragblattes. Die ringlose Sporangienwand wird aus zwei Zellenschichten gebildet, von denen die innere kleinzellig ist; eine sterile Aussenschicht (Grenzschicht) des die Sporen bildenden Innengewebes bedeckt noch die Innenfläche der Sporangienwand als dritte Zellenlage. Eine einzelne Centralzelle ist nicht vorhanden. Bis zur Sporenbildung sind die beiderlei Sporangien völlig gleich. Während aber in den Mikrosporangien sich in sämmtlichen Mutterzellen je vier tetraëdrisch gelagerte Sporen bilden, die bis zur Reife in Vierergruppen zusammenkleben, bleiben in den Makrosporangien alle Mutterzellen bis auf eine stark wachsende ungetheilt und gehen zu Grunde, während die eine vier grosse Makrosporen erzeugt, von denen meist eine unten und drei oben in dem Makrosporangium liegen, das sich nun durch seine bedeutendere Grösse und drei stumpfe Scheitelvorragungen von dem kleineren, ovalen Mikrosporangium unterscheidet.

553. Das männliche Prothallium ist auch hier (§ 548) eine kleine sterile Zelle (Fig. 206 A—F, *v*). Die grosse Zelle der Mikrospore zerfällt bereits im Sporangium in meist 6 Primordialzellen, welche sich weiter theilen und eine Anzahl Spermatozoiden liefern, die nur zwei Wimpern am Vorderende besitzen (Fig. 206 G) und durch den aufreissenden Sporenscheitel entleert werden. Die Bildung des weiblichen Vorkeimes findet

ebenfalls schon statt, wenn die Makrospore noch im Sporangium eingeschlossen liegt. Wahrscheinlich entsteht er in ähnlicher Weise wie bei den Rhizocarpeen (§§ 529, 534). Er füllt nur den Scheitel der Makrospore als ein sattelförmiges Gewebe aus und ist von dem übrigen, grösseren Sporenraume durch die dickeren Zellwände (Diaphragma) seiner untersten Zellenlage abgegrenzt (Fig. 206, 207: *p*). Auf seinem Scheitel entstehen die Archegonien schon vor dem Aufreissen der Sporenhaut (Fig. 206) wie bei den Farnen, doch ist der Hals sehr kurz und nur aus zwei Zellenlagen gebildet, von denen nur die oberste wenig über die Vorkeimfläche hervortritt. Unter dem Vorkeime entstehen schon wenige Wochen nach der Aussaat zahlreiche freie Zellen im Plasma des übrigen Sporenraumes (Fig. 206 H), die diesen bald ausfüllen und zu einem grosszelligen, parenchymatischen Gewebe zusammenschliessen, das in jeder Beziehung dem Endosperm der Phanerogamen entspricht und daher auch hier als solches bezeichnet wird (Fig. 206 H, 207 A: *end*). Vgl. auch § 564.

Fig. 206.



554. Das befruchtete Ei theilt sich durch eine zur Archegoniumaxe senkrechte Querwand in eine obere und untere Zelle. Die erstere streckt sich zu einem ziemlich langen Schlauche, dem Embryoträger, der nur in seiner unteren Region noch einige Theilungen erfährt (Fig. 207 A—D: *e*). Dieses bei den Phanerogamen allgemein vorkommende Organ (vgl. § 557) tritt hier zum ersten Male auf.

Fig. 206. Selaginella caulescens Spr. und S. Martensii Spring. A—F Mikrosporen in verschiedenen Stadien der Antheridienbildung (Vergr. 650); B = A um 90° aus der Papierfläche gedreht, B—F ohne Exospor gezeichnet. G Spermatozoid (Vergr. 1400). H Axiler Längsschnitt einer Makrospore 6 Wochen nach der Aussaat, aber vor dem Aufspringen (Vergr. 165). — *v* Rudimentäres männliches Prothallium. *p* Weibliches Prothallium mit 3 Archegonien. *end* Endosperm. *e* Exosporium. — Nach Pfeffer.

Aus der unteren (Keimmutter-) Zelle der ersten Theilung geht der eigentliche Embryo hervor, der sich zuerst durch eine Längswand theilt und aus dessen einem Segmente dann durch eine geneigte Wand die Scheitelzelle der embryonalen Axe ausgeschnitten wird (Fig. 207 B: *v*). In den beiden Segmenten des Embryo werden weiter die marginalen Scheitelzellen der ersten beiden Blätter, der Keimblätter, angelegt, zuerst im älteren, dann im jüngeren Segmente (Fig. 207 C: *b′* und *b″*). Während die so angelegten Hauptttheile des Embryo durch Segmentirung ihrer zweischneidigen Zellen weiter wachsen und das von ihnen erzeugte Gewebe sich in einen centralen (in Fig. 207 D schon angedeuteten, in Fig. 208 bereits weiter entwickelten) Procambiumstrang, in Periblem und Dermatogen differenzirt, wuchert seitlich unter dem ältesten Blatte der Fuss (Fig. 207 A, 208: *f*) hervor, der die Embryoaxe (das hypocotyle Glied) zuerst seitwärts (Fig. 207 A, D), später schräg aufwärts drängt (Fig. 208). Zwischen Fuss und Embryoträger entsteht die erste Wurzelanlage (Fig. 207 D, etwa bei *w*; Fig. 208 *w*), an der Basis auf der Innenseite der Keimblätter aus Dermatogenzellen die Ligula derselben (Fig. 208 *l*). Ferner wird noch innerhalb der Spore die zweischneidige Scheitelzelle der embryonalen Axe in eine vierschneidige umgewandelt, die in ihrem 5. oder 6. Seg-

Fig. 207.

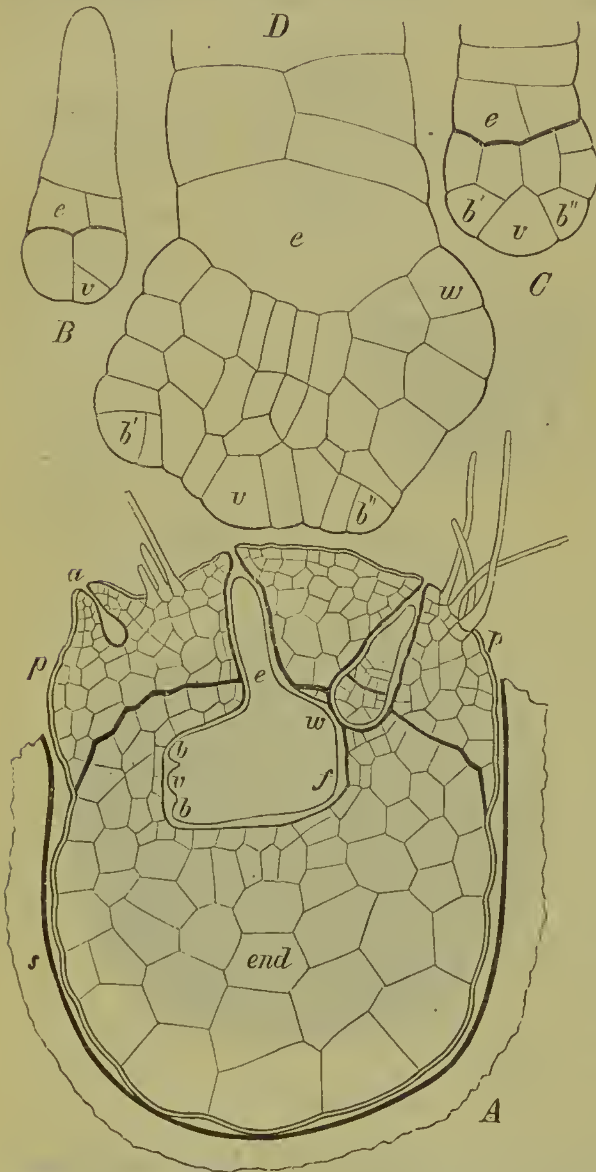


Fig. 207. Embryoentwickelung bei Selaginella, nach Pfeffer. A Längsschnitt aus einer Spore mit zwei Embryonen (Vergr. 165). — B Embryo, der eben die Stammscheitelzelle angelegt hat (Vergr. 240). — C Embryo, in dem neben dem Stammscheitel die Scheitelzellen der beiden Keimblätter differenzirt wurden (Vergr. ca. 300). — D Weiter entwickelter Embryo (Vergr. 510). *a* Unbefruchtetes Archegonium; *p* Prothallium; *end* Endosperm, dem Prothallium gegenüber durch die stärkere Linie des Diaphragmas markirt; *s* Sporenhaut; *e* Embryoträger. *v* Scheitelzelle, *b′* und *b″*, Keimblattanlagen, *w* der Ort der Wurzelanlage, *f* Fuss des Embryo.

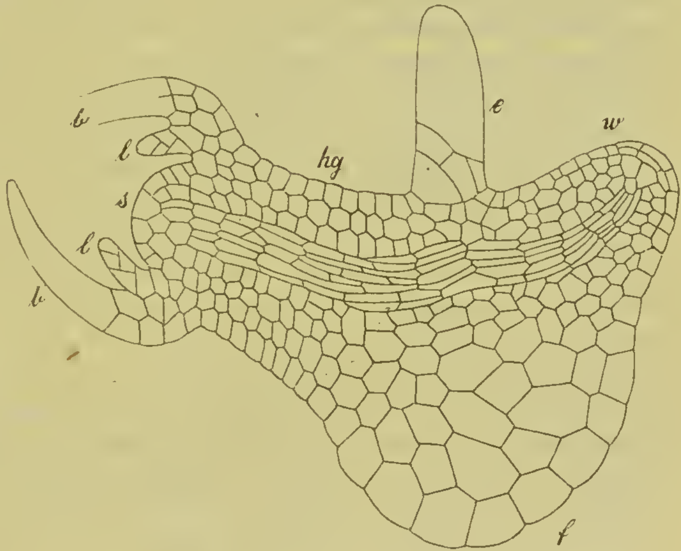
mente die erste Dichotomie des Stämmchens ähnlich, wie an älteren Sprossen, einleitet. — Der junge Embryo wird durch Streckung seines Embryoträgers sehr bald durch das Vorkeimgewebe in das Endosperm hinabgeschoben, welches von ihm wenigstens theilweise allmählich resorbirt wird und in dem er sich wie bei den Phanerogamen weiter entwickelt (Fig. 207 A), bis auf einem gewissen Stadium seiner Ausbildung Wurzel und Stämmchen nach entgegengesetzten Seiten durchbrechen und zur Spore hinaustreten.

Von den 300 schwierig zu unterscheidenden Arten der Gattung sind die meisten Tropenbewohner, die namentlich in Amerika eine grosse Verbreitung zeigen. Deutschland besitzt nur 2 Arten (S. helvetica und spinulosa).

---

555. An die Selaginellen schliesst sich vielleicht am nächsten die nur fossil bekannte Familie der **Lepidodendreen** oder Schuppenbäume an, von welcher man unter Hinzurechnung der iselirt bekannten und unter besonderen Namen beschriebenen Blätter (Lepidephyllum) und Sperangienstände (Lepidostrebus) circa 150 Arten aufzählt. Die sehr charakteristischen baumartigen Stämme, deren Wurzelstöcke früher als eigene Pflanzen (Arten der Gattung Stigmaria) galten, erreichten bei einigen Arten bei einem Umfange von 12 Fuss eine Höhe von bis 100 Fuss. Ihre Rinde ist dicht mit spiralig stehenden, elliptischen Blattnarben bedeckt, die dem Stamme ein schuppiges Aussehen geben. An gut erhaltenen Stämmen der englischen Kohle wurde ein durch ein Meristem wie bei den Isoëten erfolgendes Dickenwachsthum nachgewiesen. Die meist linealischen und zugespitzten Blätter hatten sehr verschiedene Länge. Die Sporangienstände sind tannenzapfenartig, cylindrisch bis kegel- oder eiförmig, verhältnissmässig sehr gross, dicht mit grossen Tragblättern besetzt, welche auf ihrer Basis lang gestreckte, sackförmige Sporangien mit Makro- oder Mikrosporen tragen und vor diesen fast im rechten Winkel nach aufwärts gebogen sind.

Fig. 208.



Die ersten, jedoch noch zweifelhaften Formen dieser Familie treten im Devon auf. Ihre höchste Entwickelung erreichen sie in der Steinkohlenperiode, in welcher die Gattung Lepidodendron allein mit 65 Arten vertreten ist. Neben den Calamiten (§ 542) und den folgenden Sigillarien sind die Lepidodendren die Haupterzeuger der Kohlenlager.

Gesellschafter der Calamiten und Schuppenbäume während der Carbonzeit waren die Siegelbäume, die den Lepidodendren nahe verwandte Familie der **Sigillarieen** bildend. Auch von ihnen unterschied man die oft in Massen allein vorkommenden Wurzelstöcke als Stigmarien. Ihre einfachen oder spärlich verzweigten Stämme erreichten bis 25 Meter Höhe

---

Fig. 208. Selaginella. Ein noch nicht aus der Spore hervorgebrochener Embryo im medianen Längsschnitte, nach Pfeffer (Vergr. 165). *s* Stammscheitel, *b* Cotyledonen, *l* Ligula, *hg* hypocotyles Glied, *w* Wurzel, *f* Fuss, *e* Embryoträger.

und trugen lange, schmal-linealische, schilfartige Blätter in einem dichten Schopfe. Die Narben der abgefallenen Blätter blieben als eigenthümliche, siegelartige Eindrücke auf der Rinde zurück. Die Sporangien der zapfenförmigen Fruchtstände enthielten wahrscheinlich Makro- und Mikrosporen.

II. Abtheilung. Phanerogamae. Samenpflanzen.

556. Gegenüber den Kryptogamen zeichnen sich die Phanerogamen (Spermatophyta, Plantae seminiferae, Samenpflanzen — Anthophyta, Blüthenpflanzen) durch die Ausbildung des Samens und eines von diesem eingeschlossenen Keimlinges (Embryo) aus, der bei der Keimung des Samens auf Kosten der ihm im Endosperm oder in seinen Keimblättern mitgegebenen Reservestoffe sich zur jungen Pflanze weiter entwickelt. Dieser Same entsteht aus der Samenknospe, dem die Eizelle einschliessenden Gebilde: einem Gewebekörper, der entweder frei und nackt, oder von einem Fruchtknoten umhüllt, in der Blüthe sich findet und als Haupttheil den Embryosack mit dem Ei in dem von einer oder zwei besonderen Hüllen umgebenen Knospenkerne enthält. Der Embryosack ist das Analogon der Makrospore der höheren Gefässkryptogamen, der Knospenkern entspricht dem Makrosporangium. Wie die Makrospore das weibliche Prothallium, so erzeugt der Embryosack als ein diesem gleichwerthiges Gewebe durch freie Zellbildung das Endosperm. Letzteres bildet sich bei den niedersten Phanerogamen, den Gymnospermen, lange vor der Befruchtung und vor Entstehung des Eies. In ihm entwickeln sich bei dieser Abtheilung einige grosse Zellen, die Corpuscula (Archegonien), deren Deckelzellen den Halszellen des Archegoniums entsprechen, und in diesen weiblichen Geschlechtsorganen bildet sich das Ei.

557. Die Abtheilung der Angiospermen lässt derartige Analogien zum Theil weiter zurücktreten. Zwar sind Embryosack und Knospenkern in gleicher Weise vorhanden. Aber das Ei bildet sich unmittelbar im Embryosacke ohne vorherige Entstehung archegoniumartiger Organe, und das Endosperm tritt erst nach der Befruchtung während der Entwickelung des Embryo auf und verschwindet häufig wieder, indem es von dem sich weiter ausbildenden Keimlinge resorbirt wird. Doch lassen sich in diesem Falle die Basalzellen des Embryosackes als rudimentäres weibliches Prothallium deuten. — Die befruchtete Eizelle wird bei sämmtlichen Phanerogamen nicht in ihrem ganzen Umfange zum Embryo. Sie theilt sich durch eine Querwand in eine dem Embryosackscheitel zugekehrte Zelle, welche, wie bei der Gattung Selaginella, zum Embryoträger auswächst — und in eine dem Grunde des Embryosackes zugewendete Zelle, der Mutterzelle des Keimlings (vgl. § 554).

558. Der Mikrospore der höheren Gefässkryptogamen entspricht das Pollenkorn der Phanerogamen. Es ist, wie die Mikrospore, eine einzelne Zelle, die mit anderen Ihresgleichen im Pollensacke der Anthere entsteht, der, wie das Sporangium, Erzeugniss eines Blattes ist und bei vielen Gymnospermen sogar in Form und Stellung lebhaft an die Sporangien der Gefässkryptogamen erinnert. Die Gymnospermen entwickeln vor der Befruchtung in der Pollenzelle sogar eine oder einige dem rudimentären

männlichen Prothallium der höheren Gefässkryptogamen entsprechende, durch feste Zellwand von einander geschiedene Zellen, während die Angiospermen es bei der vorübergehenden Bildung einer kleinen Primordialzelle bewenden lassen. Die Pollenzelle erzeugt aber keine Spermatozoiden mehr. Höchstens kann man die in einigen Fällen bei Coniferen im Ende des Pollenschlauches auftretenden freien Zellen für Andeutungen von Spermatozoiden-Mutterzellen halten. Die Innenhaut des Pollen wächst zu einem langen Schlauche, dem Pollenschlauche aus, welcher bis zum Ei der Samenknospe, bei den Gymnospermen bis in die Archegonien, vordringt und beiden den Inhalt des Pollenkornes als befruchtenden Stoff zuführt, der diosmotisch mit dem Ei in Wechselwirkung tritt.

Die speciellen Verhältnisse im Bau und in der Entwickelung der hier kurz geschilderten Organe sind in den folgenden Abschnitten nachzusehen.

559. Nach dem in den §§ 556—558 Gegebenen theilt man die Phanerogamen in zwei Classen:

X. Classe. **Gymnospermae.** Die Samenknospen sind nicht in einen besonderen, von Fruchtblättern gebildeten Behälter, den Fruchtknoten, eingeschlossen, sondern sie stehen nackt und frei an der Axe oder am ausgebreiteten Fruchtblatte. Im Embryosacke bildet sich schon vor der Befruchtung das Endosperm (Vorkeim) und in diesem Archegonien (Corpuscula), welche die Eizellen erzeugen. Das Pollenkorn ist dauernd mehrzellig und gelangt zum Zwecke der Befruchtung direct in die Mikropyle der Samenknospe.

XI. Classe. **Angiospermae.** Die Samenknospen entstehen im Inneren eines von zusammenschliessenden Fruchtblättern gebildeten Organes, des Fruchtknotens. Das Ei bildet sich unmittelbar im Embryosacke und das Endosperm wird in letzterem erst nach der Befruchtung gleichzeitig mit dem Keimlinge entwickelt. Der Pollen ist einzellig und gelangt zum Zwecke der Befruchtung auf die Narbe des Fruchtknotens, von welcher aus der Pollenschlauch in die Fruchtknotenhöhle zur Samenknospe hinunterwächst.

X. Classe. Gymnospermae (§ 559).

560. Die Blüthen der nacktsamigen Phanerogamen sind stets diclinisch, monöcisch oder diöcisch, mit seltenen Ausnahmen (Gnetaceen) auch ohne Perigon. — Die männlichen Blüthen tragen an einer meist stark verlängerten, dünnen Axe zahlreiche, spiralig oder in Quirlen stehende Staubblätter mit den Pollensäcken. Die Staubblätter besitzen bald eine flache, oft sehr breite Spreite, bald gleichen sie den gestielten schildförmigen Sporangienträgern der Schachtelhalme (Taxus, Zamia); selten ist der Spreitentheil auf eine knötchenartige Gewebemasse reducirt, an welcher die Pollensäcke hängen (Salisburia). Sie sind ferner von derber, fast holziger Beschaffenheit (Cycadeen), oder gleichen in Färbung etc. mehr den Staubgefässen der Angiospermen (Abietineen). Die Zahl der Pollensäcke variirt sehr: zahlreiche, oft in Gruppen wie die Sori der Farne gestellte, besitzen die Cycadeen, Taxus 3—8, die Cupressineen meist 3, die Abietineen 2.

561. Den Sporangien der Gefässkryptogamen am ähnlichsten sind die Pollensäcke der Cycadeen: rundliche, bis einen Millimeter im Durchmesser zeigende Kapseln mit fester Wand, die mit schmaler Basis dem Staubblatte aufsitzen, bei Zamia spiralis sogar gestielt sind und die sich bei der Reife mit einem Längsrisse öffnen. Sie entstehen hier als kleine, von der Staubblattepidermis überzogene Zellenhöcker, deren inneres Gewebe die Pollenmutterzellen liefert, während sich das äussere in die Wand umbildet. Die zahlreichen Pollenmutterzellen theilen sich nach Art der gleichen Zellen bei den Monocotyledonen, doch entsteht die erste Theilwand bereits während der Trennung der Plasmakörper, wie bei dem Dicotyledonenpollen (vergl. §§ 65, 66). Die nach der Viertheilung der Mutterzellen durch Umhüllung des Plasmas derselben mit einer Membran entstandenen Pollenkörner sind noch einzellig, ihre Wand von einer Innenhaut (Intine) aus Cellulose und einer cuticularisirten Aussenhaut (Exine) gebildet. Erst kurze Zeit vor dem Verstäuben theilt sich ihr Inhalt in zwei durch eine Membran geschiedene, ungleich grosse Zellen, von denen sich die kleinere noch einmal oder zweimal parallel der ersten Wand theilt und so einen 2—3zelligen Körper, das rudimentäre männliche Prothallium, bildet, das auch bei den Coniferen in gleicher Weise auftritt (Fig. 209 A: *p*). Der Pollenschlauch entsteht durch Auswachsen der Intine der grossen Zelle des Pollenkornes, dem rudimentären Prothallium gegenüber. Dabei wird die Exine gesprengt und (bei den Coniferen) gänzlich abgestreift. Bei manchen Gymnospermen treten zwischen dem rudimentären Prothallium und der Pollenmembran noch Spalten in letzterer auf (Fig. 209 A); bei anderen hebt sich die Exine an zwei Seiten in Form grosser, blasiger, als Flugapparate dienender Säcke (Pinus) von der Intine ab.

562. Die weibliche Blüthe besteht bei Cycas aus metamorphosirten Blättern des Stammgipfels, der dabei sein Scheitelwachsthum nicht einstellt, sondern dasselbe mit gewöhnlichen Laubblättern fortsetzt. Das einzelne Fruchtblatt ist in dieser Gattung in seinem oberen Theile (der Spreite) kammartig-fiederspaltig, und trägt im unteren, stielartigen Theile die Samenknospen reihenweise frei an beiden Rändern. Bei den anderen Cycadeen bilden die spiralig gestellten Fruchtblätter tannenzapfenartige Blüthen; das einzelne Fruchtblatt ist schildförmig und trägt auf der Unterseite des Schildchens zwei Samenknospen.

563. In der Ordnung der Coniferen sind Bau und Stellung der weiblichen Blüthen mannigfaltiger. Bei Taxus entsteht die einzelne Samenknospe am Ende eines kurzen, schuppenartig beblätterten Zweiges (Fig. 213 B), bei Salisburia erscheinen in den Achseln der Laubblätter schlanke Stiele, die etwas unterhalb ihrer Spitze zwei Samenknospen etwa wie Eicheln tragen. Juniperus erzeugt die Samenknospen als dreigliederigen Quirl auf einem kurzen Seitenzweige, dessen unmittelbar unter den Samenknospen stehender, oberster, dreigliederiger Blattwirtel mit den Samenknospen alternirt und dessen Blätter später fleischig werden, unter sich verwachsen und so, die Samen einschliessend, die sogenannte Wachholderbeere bilden. Bei Cupressus stehen die Samenknospen am unteren Theile quirlig gestellter Fruchtblätter, die später zu dem verholzenden Zapfen heranwachsen. Die

Abietineen endlich entwickeln die weibliche Blüthe als den bekannten Zapfen, der an seiner Axe zahlreiche spiralig gestellte Blätter mit je einer, zwei oder mehreren Samenknospen trägt. Bei Pinus, Abies, Larix etc. stehen diese als Fruchtschuppen bezeichneten Blätter in der Achsel kleinerer Blättchen, der Deckschuppen, aus deren Basis sie als „Placenten" entspringen, um später stärker zu wachsen, wie die meist klein bleibenden Deckschuppen.

564. Die einzelne Samenknospe (vergl. über die Samenknospe im Allgemeinen die §§ 602—605) ist in den allermeisten Fällen atrop (Fig. 213 B) und mit einem meist stark entwickelten Integumente versehen; nur bei den Podocarpeen ist sie anatrop und besitzt zwei Integumente, und bei Taxus entwickelt sich unter dem einen Integumente der atropen Samenknospe später noch der Samenmantel (Fig. 213 B: *a*), der hier den reifen Samen als hochrothe, fleischige Hülle umgiebt. Während ferner gewöhnlich die Samenknospe frei aufrecht auf einem kurzen Stiele steht und die Mikropyle nach aussen wendet, ist sie bei den Abietineen einseitig der Placenta angewachsen und ihre Mikropyle der Axe zugekehrt. Die Mikropyle ist oft lang röhrenförmig vorgezogen und sondert eine die Pollenkörner festhaltende Flüssigkeit ab. — Der vom Integumente umschlossene Knospenkern entwickelt in seinem kleinzelligen Gewebe eine seiner Zellen durch bedeutende Vergrösserung derselben zum Embryosack (Fig. 209 B: *es*, die stärkere Linie), dessen Zellkern bald verschwindet. In ihm bilden sich aus dem Plasma zahlreiche freie Zellen (§ 60 — vgl. auch Fig. 206 H, S. 327), die bald an einander schliessen und unter weiterer Theilung den ganzen Embryosack mit einem parenchymatischen Gewebe, dem Endosperm (Sameneiweiss) ausfüllen (Fig. 209 B: *e*).

565. In diesem, dem weiblichen Prothallium der höheren Gefässkryptogamen entsprechenden Gewebe entstehen die früher als Corpuscula bezeichneten Archegonien (Fig. 209 B: *c*), jedes einzelne Archegonium aus einer oberflächlich gelegenen Zelle des Endosperms genau in der Weise, wie bei den Gefässkryptogamen. Die durch die erste Querwand in der Archegonium-Mutterzelle abgeschnittene grössere innere Zelle wird zur Centralzelle, die äussere kleinere zum Archegoniumhalse. Letzterer verlängert sich manchmal bedeutend und bleibt dabei einzellig (Abies canadensis) oder wird durch Querwände gegliedert (Ephedra). Gewöhnlich aber ist er kurz und gliedert sich durch Längswände in eine Rosette von vier oder acht Deck- oder Halszellen (Fig. 209 B, C: *h*), die oft wieder durch Querwände in mehrere Etagen zerfallen. Unter dem Halse wird sogar kurz vor der Befruchtung eine Bauchcanalzelle gebildet, die später wieder gelöst wird (Abies excelsa, Larix, Ephedra). — Durch nachträgliches Wachsthum des Endosperms rücken die bald unmittelbar einander berührenden (Cupressineen — Fig. 209 B), bald durch Endospermschichten getrennten (Abietineen) Archegonien tiefer nach unten, wobei aber über ihnen eine trichter- oder canalartige Oeffnung im Endosperm erhalten bleibt (Fig. 209 B). Die Zahl der in einer Samenknospe entstehenden Archegonien beträgt bei den Abietineen 3—5, bei Taxus 5—8, bei den Cupressineen 5—30.

Die Cycadeen schliessen sich, so weit man bei ihnen diese Verhältnisse genauer kennt, den Coniferen in den meisten Beziehungen an. Am eigen-

Fig. 209.

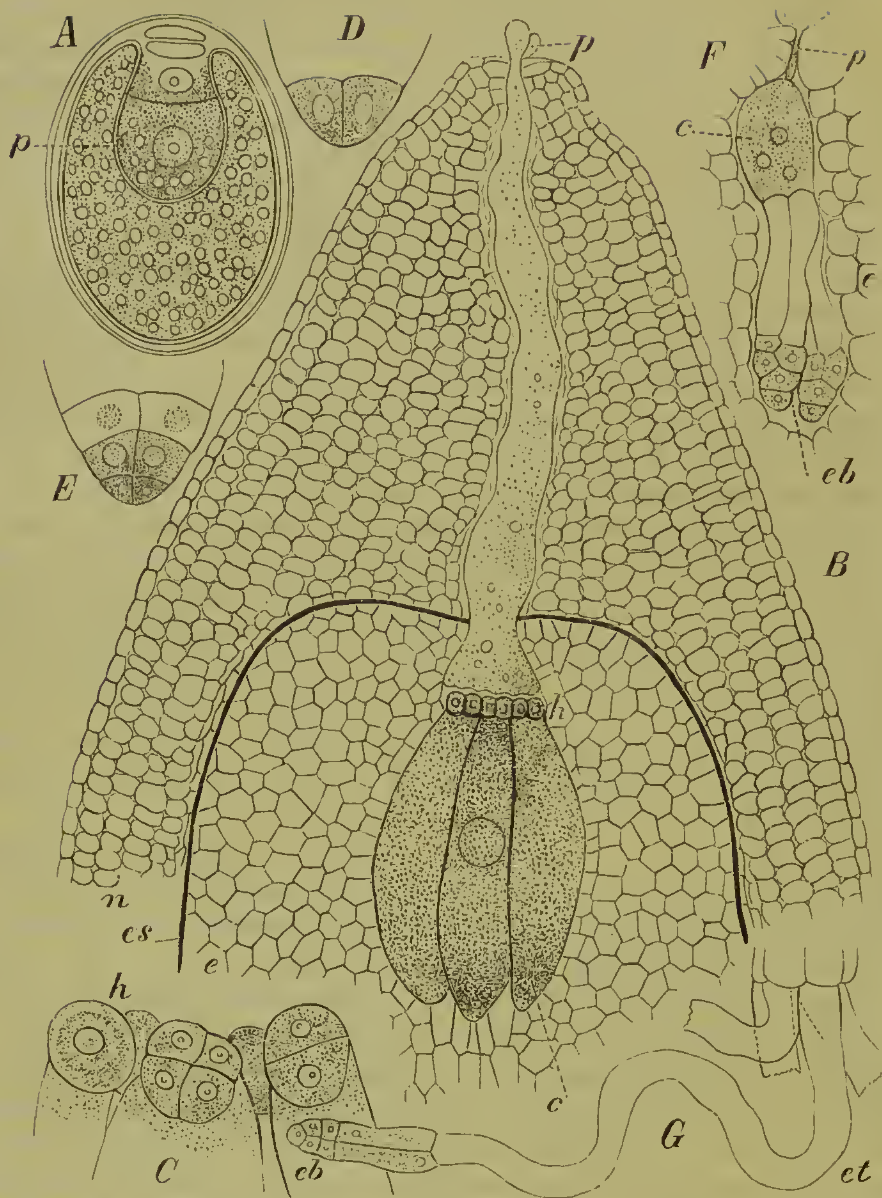


Fig. 209. A Pollenkorn von Larix europaea (Vergr. 400) nach Schacht. — B Juniperus virginiana, Längsschnitt durch den Knospenkern und den oberen Theil des Embryosackes der Samenknospe im Anfange der Befruchtung (Vergr. 100), nach Strasburger. — C Die Halszellen der Archegonien von Juniperus virginiana in verschiedenen Stadien der Theilung und halb von oben gesehen (Vergr. 250), nach Strasburger. — D Erste Theilung des befruchteten Eies von Pinus Strobus und E weitere Theilung desselben (Vergr. 300). — F Juniperus communis; Archegonium mit Embryonen, vom Gewebe des Embryosackes umgeben, auf dem Scheitel mit dem Ende des Pollenschlauches (Vergr. 300). — G Embryoträger mit Embryo von Pinus Strobus (Vergr. 100). — Fig. D—G nach Hofmeister. — *n* Gewebe des Knospenkernes, *e* Endosperm des Embryosackes *cs*, *c* Archegonium, *h* Halszellen desselben, *p* Pollenschlauch, in Fig. A das rudimentäre Prothallium, *eb* Embryo, *et* Embryoträger.

thümlichsten ist unter den Gnetaceen die Gattung Welwitschia, bei der keine Halszelle gebildet wird, sondern die 20—60 Archegonien schlauchartig durch den Knospenkern den Pollenschläuchen entgegen wachsen.

566. Zur Zeit der Befruchtung ist die Centralzelle von einem schaumigen Plasma erfüllt, dessen Gesammtmasse als Ei zu betrachten ist. Die direct auf die Kernwarze des Knospenkernes gelangenden Pollenkörner entwickeln ihren Pollenschlauch (§ 561) und dieser wächst in das Gewebe des Knospenkernes bis zu einer gewissen Tiefe hinein (Fig. 209 B: *p*). Dann steht sein Wachsthum einige Zeit still, bei den Coniferen mit einjähriger Samenreife (Taxus, Abies excelsa) für einige Wochen bis Monate, für die mit zweijähriger Samenreife (Pinus sylvestris) bis zum Juni des zweiten Jahres. Bei Salisburia findet die Befruchtung sogar erst in den abgefallenen reifen Samen statt, in denen sich der Embryo während des Winters entwickelt. Der wachsende Pollenschlauch ist reich an Plasma, das kleine Stärkekörner enthält und bei manchen Coniferen als letzte Andeutung der Spermatozoiden-Mutterzellen einige freie Zellen entwickelt (§ 558). Er besitzt ferner an seinem Ende einen Tüpfel in der Membran.

Durch die über dem Archegonium befindliche Vertiefung des Eiweisses gelangt der Pollenschlauch endlich bis auf die Halszellen hinunter, drängt sich mit seinem Ende zwischen denselben bis zur Centralzelle durch und bis in die Eizelle hinein. In diese tritt sein Inhalt über, das Plasma der Eizelle wird dadurch getrübt und die im Pollenschlauche enthalten gewesenen Stärkekörnchen sammeln sich vorzüglich in seinem unteren Theile. Bei den Taxineen und Abietineen ist für jedes Archegonium ein Pollenschlauch nöthig; bei den Cupressineen wird dagegen die Befruchtung von nur einem Pollenschlauche vollzogen, indem dieser sich über den Archegonien fussförmig verbreitert (Fig. 209 B) und so viele papillenartige Ausstülpungen treibt, als Archegonien vorhanden sind.

567. Nach erfolgter Befruchtung trennt sich ein unterer plasmareicher Theil der Eizelle von dem oberen Theile derselben durch eine Querwand ab und wird zur Embryoanlage, deren nächste Entwickelung bei den einzelnen Familien verschieden erfolgt. Bei den Cupressineen theilt sie sich in drei über einander liegende Zellen, von denen sich die unterste bei Thuja nicht weiter durch Längswände theilt, sondern zu einem einzigen Embryo wird, während bei Juniperus die untere Zelle durch Längstheilung vier Embryonen liefert. In der Familie der Abietineen theilt sich die im Grunde der Centralzelle entstandene Zelle durch zwei übers Kreuz auftretende Längswände in vier neben einander gelegene Zellen (Fig. 209 D) und jede derselben zerfällt durch Quertheilung in drei Zellenetagen (Fig. 209 E), von denen die unteren vier Zellen sich zu vier Embryonen entwickeln.

Während der weiteren Ausbildung des einzelnen Embryo strecken sich die mittleren oder die mittleren und oberen Zellen der ursprünglichen Anlage zu langen Schläuchen, den Embryoträgern (Fig. 209 F, G), welche den Embryo in's Endosperm hinunter schieben und dabei entweder zum Bündel vereinigt bleiben, oder sich von einander trennen und nach verschiedenen Richtungen in das Eiweiss eindringen (Fig. 209 G, wo jedoch nur ein Em-

bryoträger vollständig gezeichnet wurde). Von den vielen Embryoanlagen, welche in einer Samenknospe entstehen (bei den Cupressineen sind selbst 60 bis 120 möglich), entwickelt sich jedoch nur eine zum Keimling weiter, während die anderen früher oder später zu Grunde gehen. Bei den Taxineen und Cupressineen wächst der Embryo anfänglich mit einer zweischneidigen Scheitelzelle, die aber bald verschwindet.

568. Das Endosperm wächst während der Entwickelung des Embryo weiter, füllt sich mit Reservestoffen und verdrängt schliesslich das Gewebe des Knospenkernes. Das Integument der Samenkrospe wird zur Samenschale, die entweder ganz verholzt, oder deren äussere Schichten auch fleischig und saftig werden (Cycas). Der Embryo entwickelt bald zwei (Cycadeen, Taxineen, die meisten Cupressineen etc.), bald 3—15 in einem Wirtel stehende Keimblätter (die meisten Abietineen). Auch die übrigen Theile der weiblichen Blüthe erleiden nach der Befruchtung Veränderungen. Bei Taxus wird der Same von einem fleischigen Samenmantel umhüllt, bei Podocarpus wird die Blüthenaxe fleischig, bei den meisten Coniferen werden die Carpelle oder die Placenten mächtig entwickelt und verholzt, so dass sie zusammenschliessend den Zapfen darstellen, der bei Juniperus die mehr fleischige Beere bildet. Der Same wird dabei oft durch seitliche Auswüchse geflügelt, oder es löst sich von der Placenta zusammen mit dem Samen eine Gewebeplatte los, die denselben als Flügel umgiebt (Abietineen).

Bezüglich der Gewebebildung wurden die Coniferen bereits in den §§ 24 und 128 etc. erwähnt. Die Cycadeen schliessen sich den Coniferen enger an, entwickeln aber oft im Marke noch isolirte Fibrovasalstränge oder solche auch in der Rinde. Bei den Gnetaceen treten im Holze neben den Tracheiden auch Gefässe auf, die jedoch in ihrer Beschaffenheit mehr an diejenigen der Gefässkryptogamen, als an die der übrigen Phanerogamen erinnern.

569. Die Classe der Gymnospermen zerfällt in folgende Ordnungen und Familien:

I. Blüthen ohne Perigon.
- A. Stamm einfach; Blätter gross, gefiedert, in der Knospe sehr häufig spiralig nach vorne (wie bei den Farnen) eingerollt: **Cycadeae.**
- B. Stamm reich und monopodial verzweigt; Blätter klein, einfach, häufig nadelförmig: **Coniferae.**
  - 1. Zapfenbildung fehlend oder unvollkommen: Taxaceae.
    - a. Samenknospe mit Vorblatt: Taxineae.
    - b. Samenknospe ohne Vorblatt: Podocarpeae.
  - 2. Zapfenbildung vollkommen.
    - a. Zapfenschuppen in Quirlen, Samenknospe aufrecht: Cupressineae.
    - b. Zapfenschuppen spiralig. Samenknospe abwärts gerichtet.
      - * Deck- und Fruchtschuppe frei oder wenig verwachsen: Abietineae.
      - ** Deck- und Fruchtschuppe verwachsen: Araucarieae.

II. Blüthen mit Perigon: **Gnetaceae.**

35. Ordnung. Cycadeae.

570. Stamm einfach, knollenartig oder säulenförmig, an die Stämme der Baumfarne erinnernd, selten mehr als 10—12 Fuss hoch, im Gewebe, wie die übrigen Organe der Pflanze, mit zahlreichen Gummigängen. Laubblätter gross, gefiedert, lederartig, mehrjährig, dicht und spiralig gestellt, in der Knospe oft schneckenförmig nach vorne eingerollt, regelmässig mit kleinen, schup-

pigen Niederblättern abwechselnd, am Gipfel des Stammes eine palmenähnliche Krone bildend. Blüthen diöcisch, nackt, in Zapfen, die ♂ nur aus schuppenförmigen Staubblättern bestehend, die auf der Unterseite zahlreiche, oft in Gruppen gestellte Pollensäcke tragen. ♀ Blüthen mit schildförmigen Carpellen, welche auf der Unterseite oder am Rande 2—6 nackte, atrope Samenknospen tragen. Same mit harter innerer und fleischiger äusserer Schale, daher steinfruchtartig. Keimling in der Axe des Eiweisses, mit zwei an der Spitze mehr oder weniger verwachsenen, ungleich grossen Keimblättern.

Circa 50 Arten, Bewohner der tropischen und subtropischen Länder, besonders in Australien, Südafrika, Ostindien, Mexiko und Südamerika heimisch. Die Stämme mancher Arten (Cycas circinnalis, revoluta) enthalten ein sehr stärkereiches Mark, das zur Gewinnung einer Art Sago benutzt wird. Gattungen sind: Cycas, Zamia, Encephalartos, Dioon etc.

Die Cycadeen waren in früheren Entwickelungsperioden der Erde viel reicher, als jetzt, vertreten. Man beschreibt 37 Gattungen mit circa 300 fossilen Arten, deren älteste sich im Carbon finden, deren grösste Zahl die Schichten der Trias und des Jura aufweisen.

36. Ordnung. Coniferae.

571. Stamm reich und monopodial (häufig quirlig) verzweigt, baumartig, seltener strauchig, sein Gewebe, wie auch das der anderen Organe, mit zahlreichen Harzgängen. Blätter einfach, oft nadelförmig, meist lederartig und mehrjährig, oder krautig und einjährig. Blüthen monöcisch oder diöcisch, häufig zapfenartig, die ♂ nur aus Staubblättern bestehend, die ♀ aus einer nackten Samenknospe mit oder ohne Deckschuppe. Die sogenannte Frucht beerenartig oder ein Zapfen. Samen mit meist holziger Schale, oft geflügelt. Keimling in der Axe des Eiweisses, mit 2 oder mehr völlig freien Keimblättern.

Die über die ganze Erde verbreitete Ordnung enthält circa 340 Arten, von denen die meisten der nördlichen gemässigten Zone angehören, die in den Tropen lebenden vorzüglich den höheren Gebirgsregionen eigen sind. Am ärmsten an Arten ist Afrika. Manche Arten treten waldbildend auf (Abietineen). Im Norden bezeichnen Coniferen zum Theil und oft allein die Baumgrenze (Larix in Sibirien bis 72° n. Br.).

Fossil kennt man ca. 400 Arten, deren älteste Reste in der Steinkohle (Araucarieen) sich finden und die zum Theil ausgestorbenen Familien (Voltzieen, Walchieen) angehören. Die zahlreichen Stammreste werden nach dem Bau des Holzes in sechs Gattungen (Cedroxylon, Cupressoxylon, Pityoxylon, Taxoxylon, Araucaroxylon und Aporoxylon) vertheilt.

1. Unterordnung. Taxaceae.

Zapfenbildung der weiblichen Blüthen fehlend oder unvollkommen. Deckschuppen der weiblichen Blüthen fehlend, oder (wo vorhanden) einfach.

572. (Fam. 54.) Taxineae. Bäume oder Sträucher mit spiralig gestellten, oft zweireihig gerichteten, meistens nadelförmigen, selten laubblattartig ausgebreiteten Blättern. Blüthen diöcisch, seltener monöcisch; die ♂ in kurzen oder verlängerten Kätzchen, mit 2—8 hängenden Pollensäcken auf der Unterseite verschieden geformter Staubblätter; die ♀ aus einer atropen Samenknospe mit einem Integumente und einem Vorblatte bestehend. Same mit fleischiger Aussenschale oder von einem Samenmantel umgeben. Embryo mit 2 Cotyledonen.

Taxus (Samen mit fleischigem, hochrothem Arillus). Die Eibe (T. baccata) wild in Deutschland nur noch selten, meistens in Gärten cultivirt. Holz zu Tischler- und Drechsler-

arbeiten geschätzt. Salisburia (Gingko) biloba, in Japan heimisch, besitzt steinfruchtartige Samen und breite, zweilappige, einjährige Blätter. — Fossile Arten im Tertiär.

573. (Fam. 55.) Podocarpeae. Bäume oder Sträucher mit nadel- oder laubblattartigen, spiralig gestellten Blättern und monöcischen oder diöcischen Blüthen. Staubblätter klein, mit 2 Pollensäcken. Samenknospe anatrop, mit 2 Integumenten, ohne Vorblatt. Weibliche Blüthenaxe später anschwellend und fleischig werdend. Embryo mit 2 Cotyledonen.

Vorzüglich in Neuholland und Neuseeland zu Hause. Gattungen: Phyllocladus (mit kleinen schuppenartigen Blättern und blattartigen Zweigen — Neuseeland), Podocarpus (9 Arten im Tertiär), Dacridium etc.

2. Unterordnung. Araucariaceae.

Zapfenbildung der ♀ Blüthen vollkommen. Zapfenschuppen doppelt, mit Deck- und Fruchtschuppe.

574. (Fam. 56.) Cupressineae. Bäume oder Sträucher mit quirlig gestellten, häufig doppelt-gestalteten Blättern. Blüthen monöcisch oder diöcisch. Staubblätter schildförmig, mit 2 oder mehr hängenden Pollensäcken. ♀ Blüthe mit in alternirenden Quirlen stehenden Carpellen, die an der Basis auf der Innenfläche 2 oder viele, aufrecht stehende Samenknospen tragen. Deck- und Fruchtschuppe völlig verwachsen. Embryo mit 2—9 Cotyledonen.

In Deutschland nur Juniperus (Zapfen beerenartig, aus nur einem dreigliederigen Quirle gebildet) und Sabina (Zapfen beerenartig, aus mehreren Quirlen gebildet) vertreten. Cultivirt werden Arten der Gattungen Cupressus (Cypresse) und Thuja (Lebensbaum). — Officinell sind: Fructus Juniperi (Wachholderbeeren, von Juniperus communis L., Europa — Bestandtheile: ätherisches Oel, Harz, Zucker, Juniperin) — Summitates Sabinae (Zweigspitzen des Sadebaumes, Sabina officinalis Gcke., Juniperus Sabina L., Südeuropa, häufig cultivirt — Bestandtheil: ätherisches Oel — oft verwechselt mit Juniperus virginiana, Cupressus etc.). — Resina Sandaraca (Sandarakharz von Callitris quadrivalvis Vent., Nordwestafrika.

Von fossilen Cupressineen kennt man etwa 37, zum Theil noch lebenden Gattungen (Juniperus, Callitris, Thuja) angehörende Arten, von denen die meisten im Tertiär vorkommen.

575. (Fam. 57.) Taxodineae. Unterscheiden sich von den Cupressineen durch eine grössere Anzahl spiralig gestellter Zapfenschuppen, alternirende Blätter etc.

Taxodium distichum, die in Nordamerika und Mexiko vorkommende und bei uns manchmal cultivirte Sumpfcypresse, mit einjährigen Blättern und oft bis 1 Fuss hohen, kegelförmigen Auswüchsen auf den horizontal verlaufenden Wurzeln. Die Gattung kommt fossil im Tertiär vor.

576. (Fam. 58.) Sequoieae. Unterscheiden sich von Cupressineen und Taxodineen vorzüglich durch die mit der Mikropyle nach abwärts gerichteten Samenknospen.

Sequoia gigantea (Wellingtonia gigantea), der Mammuthbaum Californiens, erreicht eine Höhe von 380 Fuss (astfrei bis 140 Fuss), bei einem Stammdurchmesser von 31 Fuss am Boden. — Arten der Gattung sind fossil in der Kreide und im Tertiär vorhanden.

577. (Fam. 59.) Sciadopityeae. Von den vorigen Familien durch Habitus und Bau der Zapfen unterschieden, von den mehr ähnlichen Abietineen durch völlige Verwachsung der Deck- und Fruchtschuppe und durch die zahlreicheren Samenknospen (7—9) jeder Schuppe. — Sciadopitys (Japan).

578. (Fam. 60.) Abietineae. Meist ansehnliche Bäume, seltener Sträucher. Blätter meist lang, nadelförmig, spiralig gestellt, einzeln, oder

an besonderen Kurztrieben zu 2—3 oder mehr in Büscheln. Blüthen monöcisch, selten diöcisch. ♂ Blüthen ährenförmig, mit zahlreichen Staubblättern, jedes mit 2 (oder mehr) Pollensäcken. ♀ Blüthen in Zapfen, spiralig gestellt, ihre Deck- und Fruchtschuppen frei oder wenig verwachsen, jede mit 2 Samenknospen, deren Mikropyle abwärts gerichtet ist. Zapfen holzig. Samen häufig geflügelt. Embryo mit 2—15 Keimblättern.

579. Die einzige Gattung Pinus wird oft in Gattungen zertheilt, deren deutsche sich folgendermaassen gruppiren:

I. ♂ Blüthen einen dicht gedrängten, knäuelartigen Blüthenstand bildend, ihre Pollensäcke der Länge nach aufspringend. Fruchtschuppen an der Spitze schildförmig verdickt. Samen erst im zweiten Jahre reifend, mit abfallendem Flügel. Blätter zu 2 oder mehreren büschelig. Zapfen ganz abfallend: Pinus (Kiefer).

II. ♂ Blüthen einzeln. Fruchtschuppen an der Spitze dünn. Samen im ersten Jahre reifend, mit bleibendem Flügel.

A. Pollensäcke der Länge nach aufspringend. Deckschuppen zur Fruchtzeit kürzer als die Fruchtschuppen. Zapfen ganz abfallend.

1. Zapfenschuppen holzig. Blätter einjährig, büschelweise an Kurztrieben: Larix (Lärche).

2. Zapfenschuppen lederig. Blätter immergrün, einzeln, spiralig an gewöhnlichen Zweigen: Picea (Fichte).

B. Pollensäcke der Quere nach aufspringend. Deckschuppen zur Fruchtzeit länger als die Fruchtschuppen, sammt diesen von der aufrecht stehen bleibenden Zapfenaxe einzeln abfallend. Blätter einzeln, spiralig: Abies (Tanne).

580. Officinell: Resina Pini, Fichtenharz, von Pinus sylvestris L. (Kiefer), P. Abies L. (Picea vulgaris Lk., Abies excelsa Poir., Fichte, Rothtanne), P. Picea L. (Abies alba Mill., A. pectinata DC., Weiss- oder Edeltanne), P. Larix L. (Larix europaea DC., Lärche) u. a. Arten Europas. — Terebinthina communis, Terpenthin, von den meisten genannten Arten (amerikanischer von P. palustris W., P. Taeda Lk., P. Strobus L., französischer — Bordeaux — von P. Pinaster). — Terebinthina veneta, venetianischer Terpenthin, von Larix. — Turiones Pini, die in der Entwickelung begriffenen Triebe von Pinus sylvestris. — Ausserdem liefern alle diese Arten durch verschiedene Behandlung ihres Harzes noch Theer, Pech etc. — Balsamum canadense, Canadabalsam, kommt von Abies balsamea DC. und A. canadensis Lk. in Nordamerika. — Essbare Samen liefern Pinus Cembra L (Zirbelkiefer oder Arve — Alpengebiet) und P. Pinea L. (Pinie — Südeuropa). — Auch des Holzes wegen gehören die Abietineen zu den wichtigsten Waldbäumen.

Von anderen Arten sind noch zu nennen P. Mughus (Knie- oder Krummholz) und P. Laricio (Schwarzkiefer) als deutsche; von ausserdeutschen P. Strobus L. (Weymuthskiefer — Nordamerika — häufig in Parkanlagen), P. Cedrus L. (Ceder, Cedrus libanotica Lk. — Kleinasien) und P. Deodara Don (Cedrus Deodara Loud. — Himalaya — einer der schönsten Nadelbäume mit vorzüglichem Nutzholze).

Fossile Abietineen finden sich vorzüglich im Tertiär (Pinus mit über 100 Arten), treten aber schon im Jura auf. Am wichtigsten ist Pinites succinifer Göppert der Tertiärzeit, dessen fossiles Harz der Bernstein ist.

581. (Fam. 61.) Araucarieae. Besitzen, wie die Abietineen, spiralig gestellte Fruchtschuppen, die aber mit den Deckschuppen völlig verschmolzen sind. Die Samenknospen kehren die Mikropyle der Axe zu und stehen bei Araucaria und Dammara einzeln, bei Cunninghamia zu dreien beisammen.

Die Familie kommt vorzüglich in Südamerika (Araucaria imbricata, charakteristischer Waldbaum der Anden von Chile, A. brasiliensis in Brasilien, beide mit grossen, essbaren Samen) und Australien (Araucaria excelsa Ait., auf der Norfolkinsel, liefert vorzügliches Schiffsbauholz) vor. — Arten der Gattung Dammara liefern das Dammarharz (ostindisches von D. orientalis Lamb., neuseeländisches von D. australis).

37. Ordnung. Gnetaceae.

582. Blüthen in monöcischen oder diöcischen Inflorescenzen, mit Perigon, welches bei der ♂ Blüthe röhrenförmig und zweitheilig ist und aus dem ein stielartiger Träger vorragt, welcher zwei oder mehr Antheren trägt. Das Perigon der ♀ Blüthe ist einfach flaschenförmig oder drei- bis viertheilig. Samenknospe mit 1 oder 2 Integumenten. Samen mit harter Schale, nussartig, bei der Reife von dem manchmal saftig werdenden Perigon umgeben.

Die Ordnung umfasst drei habituell sehr unähnliche Gattungen. Ephedra, bereits in Südtyrol (E. distachya L.) auftretend, ist strauchig, mit gegliederten, dünnen, langen, grünen Zweigen und kleinen, schuppigen, opponirten, zu einer zweizähnigen Scheide verwachsenen Blättchen, aus deren Achseln die Seitenzweige entspringen; die Gattung erinnert an die Casuarineen und Schachtelhalme. — Gnetum, im tropischen Asien und Amerika heimisch, umfasst Bäume und Sträucher mit ebenfalls gegliederten Zweigen, aber grossen, opponirten, gestielten, handnervigen, einfachen Blättern. — Welwitschia mirabilis (auf der Angola-Küste Westafrikas) hat einen rübenartigen, schwammigen, fast ganz im Boden steckenden Stamm (2 Fuss hoch, bei 11 Fuss Umfang), dessen beiden einzigen Blätter die bis zu 6 Fuss Länge erreichenden, linealen, lederartigen, flach dem Boden aufliegenden, ausdauernden Keimblätter sind. Die bis 1 Fuss hohen, dichotom verzweigten Blüthenstände entspringen in der Nähe des Stammscheitels und bestehen aus zahlreichen zapfenartigen, vierreihig beblätterten, scharlachrothen, männlichen oder weiblichen Aehren, die in den Blattachseln die einzeln sitzenden Blüthen tragen.

XI. Classe. Angiospermae (§ 559).

583. Für die Charakteristik der Angiospermen, der Ordnungen sowohl, als auch der Familien und Gattungen, ist der Bau der Blüthe von grösster Bedeutung. Die Blüthe ist auch in dieser Classe ein metamorphosirter Spross, dessen Blätter eine bestimmte Anordnung zeigen (§ 177). Seine Axe ist gewöhnlich sehr verkürzt, so dass die Blattquirle oder Blattspiralen dicht über einander stehen, ohne bedeutend merkliche Internodien zwischen sich zu lassen. Nur wenn einzelne Blattgebilde in grosser Anzahl auftreten, zeigt die Blüthenaxe in Folge länger andauernden Wachsthums eine grössere Länge (manche Ranunculaceen, z. B. Myosurus — Magnolia etc.). In andern Fällen sind einzelne Internodien gegenüber den anderen bedeutend verlängert, wie bei Passiflora das Internodium zwischen Blumenkrone und Staubgefässen, bei Lychnis zwischen Kelch und Blumenkrone. Dass ferner die Blüthenaxe oft besondere Formen annimmt, wurde schon im § 160 an dem Beispiele der Feige etc. erläutert.

584. In der sogenannten vollständigen Blüthe werden vier Blattformationen unterschieden, die in ihrer zeitlichen und räumlichen Aufeinanderfolge von unten (aussen) nach oben (innen) als Kelch, Blumenkrone, Staubgefässe und Fruchtknoten auftreten. Kelch und Krone zusammen werden als Blüthenhülle, die Gesammtheit der Staubgefässe als Androeceum, die sämmtlichen Fruchtblätter als Gynaeceum bezeichnet. Die Glieder jeder dieser Blattformationen können in einen oder mehrere Kreise oder Spiralumläufe geordnet sein. Jede der Blattformationen kann fehlen und die Blüthe ist dann eine sogenannte unvollständige. Den höchsten Grad erreichen hierin die männlichen Blüthen mancher Aroideen, bei denen ein

einzelnes Geschlechtsorgan die ganze Blüthe ausmacht. In anderen Fällen sind gewisse Blüthenblattkreise rudimentär. Dies gilt besonders von vielen Blüthen mit getrenntem Geschlechte (diclinische Blüthen), in denen dann entweder die Staubgefässe (weibliche Blüthen) oder die Fruchtknoten (männliche Blüthen) abortirt sind, ohne dass sonst Form und Stellungsverhältnisse darunter leiden. Nur in selteneren Fällen sind derartige eingeschlechtliche Blüthen verschieden gebaut (Cannabineen, Cupuliferen).

In den normalen Fällen wird mit Anlage des obersten (innersten) Blattkreises der Blüthenaxe das Wachsthum der letzteren eingestellt. Nur in seltenen Ausnahmefällen (die z. B. bei Rosen manchmal eintreten) dauert dasselbe auch dann noch fort und die Blüthe ist eine sogenannte durchwachsene; der zur Blüthe heraustretende Spross kann dann eine zweite Blüthe oder auch gewöhnliche Blätter erzeugen.

1. Die Blüthenhülle.

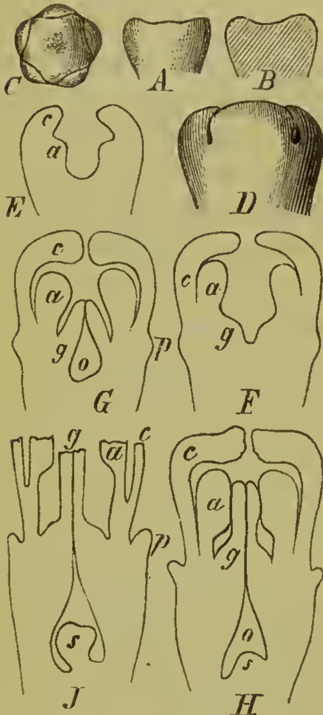
585. Die Blüthenhülle fehlt in einzelnen Fällen ganz (Piperaceen, Aroideen); in anderen wird sie aus nur einem Blattkreise (Perigon) gebildet, der dann gewöhnlich klein, grün und unscheinbar (Urticaceen, Chenopodiaceen), seltener gross und blumenkronenartig gefärbt ist (Aristolochia, Daphne, viele Monocotyledonen). Meistens ist die Blüthenhülle doppelt: ein unterer (äusserer) Kreis, der Kelch (calyx), ist aus grünen, derberen und gewöhnlich kleineren, mit breiterer Basis sitzenden Blättern und ein oberer (innerer), die Blumenkrone (corolla), aus farblosen oder bunten, zarteren und grösseren, an der Basis meist verschmälerten, oft deutlich gestielten Blättern gebildet. Es kommt jedoch auch vor, dass der Kelch blumenkronenartig (corollinisch) entwickelt ist (Helleborus, Aconitum und andere Ranunculaceen), wobei dann die Kronenblätter oft klein und unscheinbar oder in Nectarien (§ 609) umgewandelt werden (die genannten Ranunculaceen). In anderen Fällen tritt auch statt des Kelches ein Kranz von Haaren auf (Pappus vieler Compositen — manche Cyperaceen, z. B. Eriophorum). Bei den Nymphaceen findet unter den zahlreichen Blättern der Blüthenhülle ein ganz allmählicher Uebergang von kelchartig entwickelten durch die der Corolle bis zu den eigentlichen Staubblättern hin statt.

586. Die Blätter der Blüthenhülle treten bei ihrer Entstehung wie die Laubblätter als kleine Zellenhöcker aus der Blüthenaxe hervor (Fig. 210 A). Diejenigen eines Kreises erscheinen entweder gleichzeitig (die meisten polysymmetrischen Blüthen mit quirlig geordneten Blättern) oder sie treten nach einander auf. In diesem Falle ist in spiralig gebauten Blüthen, namentlich bei solchen mit länger dauerndem Spitzenwachsthum der Axe, das Auftreten meistens ein streng acropetales, sowohl in der einzelnen Blattformation, als in Kelch und Krone unter sich verglichen. Bei anderen Blüthen kommt es jedoch auch vor, dass der Kelch erst angelegt wird, wenn die Staubgefässe bereits im Entstehen begriffen sind (Hypericum calycinum), oder selbst wenn diese und die Carpelle schon hervortreten (Compositen, Rubiaceen, Dipsaceen). In manchen Blüthen, die sich später zygomorph ausbilden, schreitet die Anlage der Kelch- und Kronenblätter von einem Punkte aus nach rechts und links vor. Bei Reseda sind die hinteren Kronenblätter

(Staubgefässe und Fruchtblätter) die ersten, die vorderen die letzten. In der Blüthe der Papilionaceen entsteht zuerst das vordere Kelchblatt, dann zugleich das rechts und links gelegene und dann die beiden hinteren; ehe jedoch die letzteren angelegt werden, treten bereits die zwei vorderen Kronenblätter auf, denen die anderen drei nach rechts und links folgen.

587. Entwickeln sich die einzelnen Blattanlagen (Kelchblätter, sepala — Kronenblätter, petala) frei weiter, indem sie an ihrer Basis völlig von einander getrennt bleiben, so wird die Blüthenhülle eine getrenntblätterige (eleutherosepal und eleutheropetal). Bei anderen Blüthen werden zuerst auch einzelne freie Blattanlagen sichtbar (Fig. 210 A). Haben dieselben indessen eine gewisse Grösse erreicht, so erhebt sich in Folge intercalaren Wachsthums unter ihnen eine Ringzone der Blüthenaxe und trägt auf ihrem Rande die ursprünglichen Blattanlagen empor (Fig. 210 H, I). Diese stehen dann als Zipfel oder Lappen auf dem freien Rande eines cylindrischen, glockenförmig oder ähnlich geformten Blattes, und die Blüthenhülle ist dann eine sogenannte verwachsenblätterige (gamosepal und gamopetal). Dieser Ausdruck darf jedoch nicht, wie oft geschieht, so aufgefasst werden, als ob eine wirkliche nachträgliche Verschmelzung ursprünglich völlig freier Blätter mit ihren Rändern stattfände. Bei Cucurbita erhebt sich die Corolle sogar als ein einheitlicher Ringwulst, auf dessen anfänglich glattem Rande erst später die fünf Zipfel der Blumenkrone als fünf Zellgewebshöcker angelegt werden (vgl. § 538).

Fig. 210.



Sind beide Blattkreise in der Blüthe vorhanden, so kann einer derselben frei, der andere „verwachsen" sein, oder beide sind gleichsinnig entwickelt. Bei der Hyacinthe sind die Glieder zweier dreiblätteriger, corollinischer Kreise (des Perigons) in der unteren Hälfte mit einander verwachsen.

588. Bei manchen Blüthen treten auf der Innenseite des Perigons oder der Blumenblätter Ligulargebilde (§ 173) auf, welche die sogenannte Nebenkrone bilden; so bei Lychnis an der Grenze zwischen Stiel (Nagel) und Spreite (Platte) des Blumenblattes, bei Narcissus u. A. Die Kelchblätter mancher Rosaceen (Potentilla, Fragaria u. s. w.) entwickeln Nebenblätter, die dann als Hüll- oder Aussenkelch bezeichnet werden. Bei den Malvaceen sind es subflorale Hochblätter mit ihren Nebenblättern, welche den

Fig. 210. Entwickelung einer Compositenblüthe, schematisirt. A Anlage der Corollenzipfel. — B = A im Längsschnitte. — C = A von oben gesehen. — E Anlage der Staubgefässe. — D = E in der Aussenansicht. — F Auftreten der Carpellblätter. — G Etwas ältere Entwickelungsstufe als F. — H und J Junge und etwas ältere Samenknospe in der Fruchtknotenhöhle. — *c* Corolle, *a* Staubgefässe, *g* Griffel, *p* Pappus, *o* Fruchtknotenhöhle, *s* Samenknospe. — Schwach vergrössert.

Hüllkelch bilden und Aehnliches findet sich bei Dianthus, Hepatica u. a. Angiospermen, bei denen derartige Gebilde dann nicht mit echten Blüthentheilen verwechselt werden dürfen. Oft werden auch ganze Blüthenstände von besonderen Blattkreisen oder einem einzelnen Blatte umgeben oder in der Jugend ganz eingehüllt (Involucrum der Umbelliferen, Spatha der Aroideen und Palmen).

2. Das Androeceum.

589. Die Staubgefässe sind nur in seltenen Fällen (Cyclanthera etc.) axile Gebilde. Meistens sind es Blätter (Staubblätter), welche nach Anlage des innersten Blüthenhüllenkreises als kleine Zellgewebshöcker aus der Axe hervortreten (Fig. 210 E: *a*) und die Corolle gewöhnlich sehr bald in der Entwickelung so überholen, dass letztere oft noch aus kleinen, schuppigen Blättern besteht, wenn die Staubgefässe bereits reifen Pollen besitzen (gutes Beispiel: Papaver). Die anfänglich halbkugelige, später cylindrische bis keulenförmige Staubblattanlage differenzirt sich bald in einen oberen stärkeren Theil: den Staubbeutel (Anthere) und einen unteren schwächeren, meist fadenförmigen, oft auch blattartigen: den Staubfaden (Filament). Das Filament setzt sich durch die Mitte der Anthere als Connectiv fort und überragt dieselbe oft noch als verschieden geformtes Anhängsel (Paris etc.). Die Form und Grösse des Connectives unterliegt mannigfachen Schwankungen, mit denen wieder Gestalt der Anthere und Lage der Antherenfächer zusammenhängen. Meistens ist es schmal, bandförmig und die Antherenhälften liegen dicht neben einander; in anderen Fällen verbreitert es sich unter Auseinanderrücken der Staubbeutelhälften; bei Salvia wird es sogar zu einem hebelartigen, etwas gekrümmten Faden. Mit dem Filamente steht das Connectiv ferner in der Regel in der Weise in fester Verbindung, dass die Anthere dem Ende des ersteren unbeweglich aufsitzt. In anderen Fällen ist das Connectiv gegen den Staubfaden so abgegliedert, dass die Anthere leicht beweglich ist (Lilium, Salvia etc.).

590. Bei manchen Pflanzen besitzt das Filament seitliche Anhängsel, die den Nebenblättern der Laubblätter gleichen (Allium, Laurineen etc.). Verzweigte Staubfäden kommen bei manchen Myrtaceen, Hypericineen, bei Ricinus u. s. w. vor. Mit den sogenannten verwachsenen Staubgefässen dürfen diese nicht verwechselt werden, da sie ursprünglich als einheitliche Anlagen erscheinen. So treten die Staubblattanlagen bei den Hypericineen anfänglich als drei oder fünf grosse Zellgewebshöcker auf, von denen jeder auf seiner Oberfläche nach und nach von dem Scheitel bis zur Basis kleinere Höcker entwickelt, die zu den antherentragenden Filamenten heranwachsen. Aehnlich ist es bei Ricinus. Bei Cucurbita dagegen werden die fünf Staubgefässe so angelegt, dass je zwei einander mehr genähert sind, eines isolirt steht. Unter den paarweise genäherten erhebt sich dann ein Fussstück derart, dass die beiden isolirten Anlagen gemeinsam empor getragen werden, in der entwickelten Blüthe daher drei Staubgefässe vorhanden sind: zwei sogenannte verwachsene und ein freies. Verzweigung und gleichzeitig „Verwachsung“ der Filamente wird bei den Malvaceen beobachtet.

591. „Verwachsung“ der Staubgefässe mit der Blumenkrone kommt vielfach, namentlich in gamopetalen Blüthen vor. Hier sind die Staubblattanlagen völlig frei von der Corolle (Fig. 210 E, *a*). Später aber erhebt sich der unter der Corolle und den Staubgefässen liegende Gewebetheil in Form einer Röhre in der Weise, dass Krone und Staubblattkreis von einer gemeinsamen Unterlage empor getragen werden (Fig. 210 G—J) und letzterer aus der ersteren zu entspringen oder mit ihr verwachsen scheint. Aehnliche Verhältnisse finden sich oft zwischen Staub- und Fruchtblättern, werden aber auch hier nicht durch Verwachsung im strengen Sinne des Wortes, sondern durch intercalares Wachsthum unter ihnen liegender gemeinsamer Gewebezonen der Blüthe veranlasst. Am einfachsten tritt dieses u. a. bei Sterculia hervor, bei welcher Staubgefässe und Fruchtknoten von einem stielartigen Träger, einem Internodium der Blüthenaxe (Gynophorum), gemeinsam emporgehoben werden, so dass die kleinen Antheren als ein Anhängsel des mächtigen Ovariums erscheinen. Bei den Orchideen dagegen, deren Fruchtknoten unterständig ist, treten die Verhältnisse nicht so einfach auf. Die mannigfaltig gestaltete Griffelsäule (Gynostemium) mit ihrer in der gedrehten Blüthe nach abwärts gekehrten Narbenfläche ist hier mit den Staubgefässen verschmolzen. In den meisten Orchideenblüthen ist von den typischen sechs Staubgefässen nur eines fruchtbar entwickelt, das der der Narbe gegenüberstehenden Seite der Griffelsäule ansitzt; bei anderen (z. B. Cypripedium) sind zwei fruchtbare, rechts und links stehende Staubgefässe vorhanden, zu denen auf dem Rücken des Gynostemiums ein Staminodium (§ 592) kommt.

592. Oft sind in einer Blüthe die Staubgefässe ungleich gross (Cruciferen, Labiaten etc.) oder ungleich gestaltet. Fehlt ihnen im letzteren Falle die Anthere, sind sie also steril, so heissen sie Staminodien. Derartige Gebilde weichen in ihrer Form oft wenig von den Filamenten der übrigen Staubgefässe der Blüthe ab (Erodium etc.); in anderen Fällen sind sie aber mehr oder weniger corollinisch (Canna, Aquilegia etc.), so dass sie die Zahl der Kronentheile vermehren. Bei vielen Blüthen ist diese petaloide Umbildung der Staubgefässe Ursache der sogenannten Füllung (Rose).

Betreffs der Entstehungsfolge der Staubgefässe gilt im Allgemeinen das von der Blüthenhülle Gesagte; doch kommen auch hier vielfache Abweichungen vor, namentlich dann, wenn nach Aufhören des Spitzenwachsthums der Axe einzelne Zonen derselben noch länger andauerndes, intercalares Wachsthum zeigen. So werden bei Rosaceen noch Staubgefässe angelegt, wenn bereits die Carpelle aufgetreten sind. Bei Geraniaceen, Rutaceen, Oxalideen u. a. werden zwischen die fünf Staubgefässe eines bereits vorhandenen Wirtels fünf jüngere eingeschoben (interponirt), ohne dass die Anordnung des älteren Wirtels gestört wird. Aehnlich verhalten sich die Hippocastaneen, Acerineen etc., bei welchen jedoch die Zahl der interponirten Staubgefässe kleiner ist, als die der schon vorhandenen des Quirles, so dass die Gesammtzahl der Stamina nicht mit denen der übrigen Blüthentheile harmonirt. Dass bei Reseda die Entstehungsfolge der Staubgefässe mit derjenigen der Krone übereinstimmt, wurde schon im § 586 erwähnt.

Am eigenthümlichsten verhalten sich die Primulaceen und Plumbagineen. Bei diesen erhebt sich nach Anlage des Kelches in der Blüthe ein Ringwall mit fünf Zellgewebshöckern (Primordien), von denen jeder zu einem Staubgefässe weiter wächst, aus dessem Rücken dann der Corollenzipfel hervorsprosst.

593. Das jugendliche Staubgefäss, dessen oberer, zur Anthere werdender Theil bald keulig anschwillt und gewöhnlich seitlich je zwei Längswülste zeigt, besteht anfänglich aus einem gleichmässigen Meristem, in welchem sich dann ein das Filament und Connectiv durchziehender Fibrovasalstrang differenzirt, während das Dermatogen deutlichere Epidermisstructur annimmt. Die Zahl der in der Anthere sich bildenden Pollenfächer ist verschieden, beträgt jedoch bei den allermeisten Angiospermen vier, von denen je zwei auf einer Seite liegen. Jedes Fach geht gewöhnlich nur aus einer unterhalb jedes Längswulstes der Anthere liegenden Zellengruppe oder Zellenreihe der äussersten Periblemschicht hervor, deren Zellen sich bedeutend vergrössern und durch Tangentialwände nach aussen eine Lage kleinerer Zellen abgliedern. Während die so entstehenden inneren, grösseren, an Plasma reichen Zellen die Urmutterzellen des Pollen (Fig. 211 A: *p*) repräsentiren, theilt sich die von diesen abgeschiedene Zellenlage noch weiter in drei Schichten (Fig. 211 A), von denen die innere, an die Pollenurmutterzellen grenzende sich später durch eigenthümliche Beschaffenheit ihrer radial gestreckten Zellen (Fig. 211 C: *e*) auszeichnet und die Innenwand des Faches als „Tapete" oder Epithel auskleidet, während die Zellen der äusseren, unmittelbar unter der Antherenepidermis liegenden Schicht faserartige.

Fig. 211.

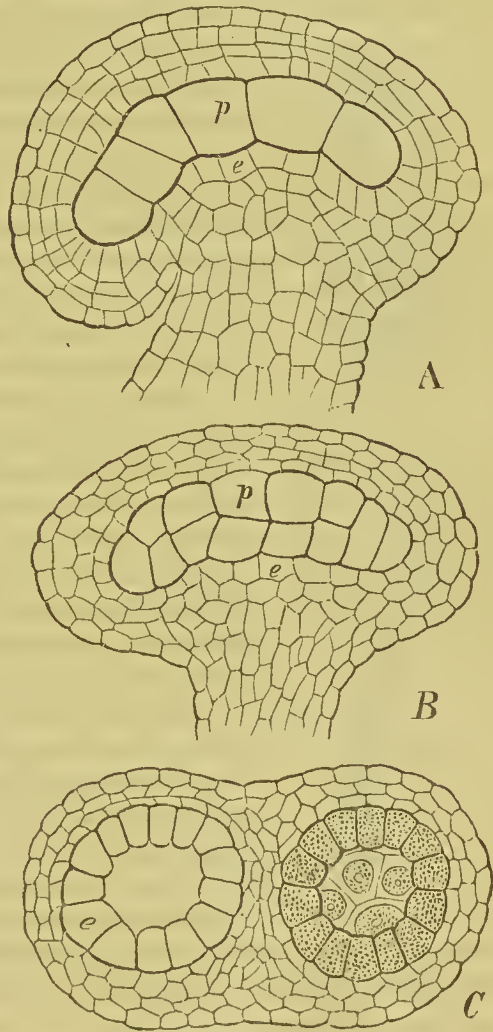
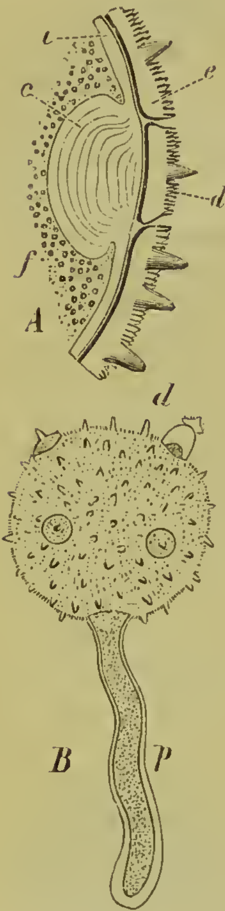


Fig. 211. Längsschnitt durch ein Antherenfach von Malva sylvestris (Vergr. ca. 300) nach Warming. — B Längsschnitt durch ein etwas älteres Antherenfach von Althaea rosea. — C Querschnitt einer Anthere derselben Pflanze, noch älter; aus der linken Hälfte sind die bereits zum letzten Male getheilten Pollenmutterzellen herausgefallen. — *p* Pollenmutterzellgewebe, *e* Epithel des Antherenfaches.

meist netzig verbundene Verdickungen auf den Innen- und Seitenwänden erhalten.

594. Die Pollenurmutterzellen vermehren sich gewöhnlich nur spärlich durch wiederholte Zweitheilung (Fig. 211 A, B: *p*). Die aus ihnen hervorgehenden Mutterzellen des Pollen runden sich bald ab und verdicken ihre anfänglich zarten Wände unter gallertartiger Lockerung und Schichtung derselben (Fig. 12 *h—m*, S. 29). Bei den Monocotyledonen theilen sie sich succedan, bei den Dicotyledonen simultan in der in den §§ 65 und 66 (Fig. 12 *h—m*) dargestellten Weise in vier Zellen, deren Plasma durch Umhüllung mit einer neuen Membran zu je einer Pollenzelle wird. Während diese heranwächst und ihre Zellwand weitere Veränderungen erfährt, werden die Wände der Pollenmutterzellen allmählich gelöst. Dasselbe geschieht mit dem das Fach auskleidenden Epithel und der zwischen diesem und der Faserzellenschicht befindlichen Zellenlage. Aus diesen sich lösenden Geweben geht eine körnig-schleimige Flüssigkeit hervor, in der die jungen Pollenkörner schwimmen und die von letzteren während der weiteren Entwickelung nach und nach als Bildungsmaterial aufgesogen wird.

Fig. 212.



595. Die Pollenmembran wächst während dessen gewöhnlich bedeutend in die Dicke und differenzirt sich dabei in zwei Lamellen oder Schalen. Eine äussere Lamelle, die Exine, wird derber und dicker; sie cuticularisirt, erhält auf der Oberfläche meistens locale Verdickungen mannigfacher Art (Fig. 212) und zeigt oft wieder Sonderung in dichtere und weniger dichte Schichten und Streifen. An einzelnen Stellen ist sie häufig bedeutend verdünnt oder gar ganz in der Weise unterbrochen, dass sie Spalten oder Löcher hat, welche sogar wieder mit deckelartigen Exinestücken verschlossen sein können (Fig. 212 A und B: *d*). Derartige Stellen dienen später den Pollenschläuchen zum Austritt (Fig. 212 B: *p*).

Eine Innenlamelle, die Intine des Pollen, bleibt dagegen zart und dünn. Sie cuticularisirt nicht, erhält aber manchmal an den unter den Oeffnungen der Exine gelegenen Stellen Verdickungen (Fig. 212 A: *c*), welche dann das Material zum Pollenschlauche liefern.

596. Der Inhalt der Pollenzelle ist ein dichtes, meist trübes Plasma mit Oeltröpfchen und Stärkekörnchen. Auf der Oberfläche des Pollen kleben oft Tropfen eines gefärbten Oeles, die den Pollen namentlich für die Be-

---

Fig. 212. Pollen von Cucurbito Pepo. A Querschnitt der Pollenhaut (Vergr. 300); *e* Exine, *d* deren Deckel; *i* Intine, *c* die Verdickung derselben unter dem Deckel; *f* mit kleinen Stärkekörnern erfüllter Plasmainhalt des Pollenkornes. — B Ganzes Pollenkorn mit Pollenschlauch (*p*) und eben beginnender Entwickelung eines zweiten Pollenschlauches bei *d* (Vergr. 120).

förderung zu anderen Blüthen durch Insekten geschickt machen. Die Gestalt der Pollenzellen und ihrer Exineverdickungen ist für manche Familien und Gattungen eine sehr bestimmte und charakteristische. Namentlich zeichnen sich gewisse Familien dadurch aus, dass die fertigen Pollenzellen sich nicht von einander trennen. Bei Ericaceen, manchen Orchideen u. s. w. bleiben die Pollenzellen zu Tetraden, wie sie in der Mutterzelle entstanden, verbunden. Bei den Mimoseen bilden 8—64 Pollenzellen eine grössere Gruppe, deren Oberfläche eine derbere Exine besitzt, als die Trennungswände. Bei vielen Orchideen verkleben die aus einer Urmutterzelle entstehenden oder sämmtliche Pollenkörner des Faches durch die in Viscin umgewandelten Membranen der Mutterzellen, während bei den Onagrarieen zwar die Pollenkörner völlig frei werden, aber doch noch locker durch fadenziehende Viscinmassen der unvollständig resorbirten Mutterzellwände verbunden sind. Vgl. weiter §§ 606 und folgende.

597. Das Oeffnen der reifen Anthere findet dadurch statt, dass zwischen der glatten Epidermis und der Faserzellenschicht durch das stärkere Zusammenziehen der ersteren beim Austrocknen der Membranen Spannungen entstehen, die zum Zerreissen der schwächsten Wandstellen der Anthere führen. Diese liegen in den allermeisten Fällen in der die Pollensäcke äusserlich trennenden, der inneren Scheidewand zwischen diesen entsprechenden Furche. Die Anthere öffnet sich daher hier beiderseits mit einem Längsrisse, und da gleichzeitig die immer zart bleibende, trennende Gewebeschicht zwischen den zwei Fächern einer Hälfte wenigstens theilweise zerstört wird, vereinigen sich diese zu einem gemeinsam sich öffnenden Fache. Die geöffnete ganze Anthere besitzt dann nur zwei Fächer im Sinne der Systematik, während z. B. die Asclepiadeen ursprünglich nur zwei, manche Mimoseen acht und ebenso gewisse Onagrarieen (Clarkia, Gaura) in jeder Antherenhälfte 3—6 durch Parenchym getrennte, über einander liegende Fächer besitzen.

Bei anderen Familien öffnen sich die Antherenhälften durch einen kurzen Riss oder ein Loch auf dem Scheitel (Solanum, Ericaceen etc.). Diejenigen der Berberideen und mancher Laurineen etc. öffnen sich durch zwei von unten nach oben zurückschlagende Klappen, die dann allein die erwähnten Faserzellen als Innenschicht besitzen; bei anderen Laurineen sind jederseits zwei unter einander liegende Klappen vorhanden.

3. Das Gynaeceum.

598. Das Gynaeceum wird aus einem oder mehreren Fruchtknoten (Ovarien) gebildet, welche stets den Schluss der Blüthenentwickelung machen, die in ihrer Höhlung die Samenknospen einschliessen und sich nach erfolgter Befruchtung zur Frucht weiter bilden. Oberständig sind die Fruchtknoten, wenn sie oberhalb der Einfügung der letzten Staubgefässe stehen oder bei flacher Blüthenaxe die Mitte derselben einnehmen. Die Blüthenhüllen und Staubgefässe sind dann unterständig oder hypogynisch. In anderen Fällen erhebt sich der die Blüthenhüllen und Staubgefässe tragende Rand der Blüthenaxe in Folge intercalaren Wachsthums; letztere wird dann hohl und trägt im Grunde der Höhlung den oder die Frucht-

knoten, die aber nicht mit der Wand des ausgehöhlten Blüthenbodens verschmolzen, sondern vollständig frei sind (Rosa, Prunus u. s. w. — § 160): die Blüthe ist perigynisch. Unterständig ist dagegen der Fruchtknoten, wenn seine Wand durch den ausgehöhlten Blüthenboden selbst gebildet wird. In diesem Falle werden nach Anlage der Fruchtblätter, die sich als kleine Zellgewebshöcker oder auch als Ringwulst (Onagrarieen) erheben (Fig. 210 F: *g*), sämmtliche peripherischen Blüthentheile durch intercalares Wachsthum einer Ringzone der dieselben tragenden Blüthenaxe emporgetragen: die nur langsam wachsende Scheitelregion der Blüthe wird in Folge dessen eingesenkt und die Carpellblätter decken die zur Fruchtknotenhöhle werdende Höhlung der Blüthenaxe nur von oben her zu und wachsen zu den frei empor ragenden Griffeln mit den Narben aus (Fig. 210 H und J). Die Blüthenhüllen selbst sind dann oberständige oder epigynische. Scharf getrennt sind jedoch diese Typen nicht, da sowohl zwischen den hypogynen und perigynischen Blüthen, als auch zwischen letzteren und den epigynischen mancherlei Uebergangsformen existiren.

599. Der oberständige Fruchtknoten entsteht aus den Fruchtblättern oder Carpellen. Erhebt sich aus dem Scheitel der Blüthenaxe als Schlussgebilde derselben nur ein einziges Fruchtblatt, dessen Ränder sich in Folge concaver Einrollung der Oberfläche aneinander legen und verschmelzen, so ist der Fruchtknoten monomer. Der Mittelnerv läuft dann auf dem Rücken desselben hin und die Samenknospen entstehen auf den nach innen als Placenten vorspringenden, gewöhnlich sich etwas verdickenden Fruchtblatträndern (Papilionaceen). Der ursprünglich einfächerige Fruchtknoten kann dann durch Wucherungen seiner Innenfläche später der Länge (Astragalus) oder der Quere nach (Cassia fistula) gefächert werden. In den einfrüchtigen (monocarpen) Blüthen ist nur ein derartiger Fruchtknoten vorhanden, während in mehrfrüchtigen (polycarpen) 2 bis zahlreiche Fruchtblätter frei von einander zu eben so vielen monomeren Fruchtknoten sich entwickeln, die entweder in Quirlen entstehen (Paeonia, Delphinium, Aquilegia etc.), oder welche bei grösserer Anzahl spiralig geordnet sind (Ranunculus, Myosurus, Magnolia u. a.): ein solches Gynaeceum heisst apocarp.

600. Verschmelzen in einer Blüthe zwei oder mehrere im Wirtel angelegte Fruchtblätter zu einem einzigen Fruchtknoten, so ist dieser ein polymerer (syncarper). Findet die Vereinigung nur an den nur wenig nach innen vorspringenden Rändern statt, so bleibt der Fruchtknoten einfächerig (Viola). Treten die Ränder der Fruchtblätter weiter nach innen vor, ohne jedoch in der Mitte zusammen zu schliessen, so ist er mehrkammerig (Papaver). Mehrfächerig wird der Fruchtknoten dagegen, wenn die vollständig bis ins Centrum vorragenden Fruchtblattränder hier mit einander verwachsen (Lilium). Bei Cerastium ist nur die untere Hälfte des Ovariums in dieser Weise fünffächerig, die obere aber durch weitere Erhebung der Fruchtblätter einfächerig. Bei Saxifraga sind die beiden Carpelle nur im unteren Theile verwachsen, oben jedoch so getrennt, dass sie hier wie zwei monomere Fruchtknoten erscheinen.

Wie beim monomeren Ovarium, so kann auch hier der Fruchtknoten durch in den Fächern auftretende leistenartige Gewebewucherungen der

Innenseite weiter gefächert werden, wie bei den Labiaten und Boragineen, bei denen der ursprünglich zweifächerige Fruchtknoten später vierfächerig wird, oder wie bei Linum, wo jedes der fünf Fächer durch eine nicht ganz bis zum Centrum vorspringende Lamelle in zwei Kammern zerfällt.

Auch für den unterständigen Fruchtknoten gelten in Bezug auf Fächerung durch nach innen von der Fruchtknotenwand vorspringende Wände die eben gegebenen Bezeichnungen.

601. Verlängern sich die Fruchtblätter zu einem verschieden gestalteten, meist fadenförmigen Fortsatze, so wird dieser als Griffel bezeichnet. Wird der Fruchtknoten aus nur einem Carpell gebildet, so ist auch nur ein einziger, manchmal verzweigter Griffel vorhanden. Auch bei polymeren Fruchtknoten kann durch Verschmelzung der Carpellspitzen ein einziger Griffel entstehen; oder es sind so viele (aber oft im unteren Theile noch verwachsene) Griffel, als Fruchtblätter vorhanden. Durch starkes Wachsthum des oberen Fruchtknotentheiles kann der ursprünglich endständige Griffel auch seitwärts zu stehen kommen (Fragaria) oder gar bis zur Basis der Fruchtblätter verschoben werden (Labiaten, Boragineen).

In vielen Fällen ist der Griffel von einer engen, in den Fruchtknoten mündenden Höhlung, dem Griffelcanal (Fig. 213 A: *g*), durchzogen (Viola, Liliaceen). Oder er ist anfänglich hohl und wird später von einer lockeren Zellgewebswucherung seiner Innenwand erfüllt (Anagallis), oder aber diese als leitendes Gewebe bezeichnete Ausfüllung tritt von Anfang an im ganzen Griffel oder nur im oberen Theile desselben auf. Griffelcanal wie leitendes Gewebe dienen den zur Befruchtung bestimmten Pollenschläuchen als Leiter in das Ovarium (§ 610).

Der obere, für die Aufnahme des Pollen bestimmte und oft eigenthümlich gestaltete Theil des Griffels, die Narbe, ist ein drüsiges, mit zarten Haaren oder Papillen (Narbenpapillen) bedecktes Organ, das zur Zeit der Bestäubung (§ 610) ein kleberiges, zuckerhaltiges Secret absondert, welches sammt den bei vielen Pflanzen aus quellenden Membranschichten der Narbenpapillen hervorgehenden Schleimmassen einmal zur Festhaltung der Pollenzellen, dann aber auch für die leichtere Entwickelung der Pollenschläuche bestimmt ist. Für die Unterscheidung von Gattungen und Arten ist ihre Form oft von Wichtigkeit.

602. Die in der Fruchtknotenhöhlung entstehenden Samenknospen haben verschiedene morphologische Bedeutung. Die einzelne, grundständige Samenknospe des einfächerigen, monomeren oder polymeren Ovariums ist ein Axengebilde (Compositen, Polygoneen). Erhebt sich innerhalb des einfächerigen Fruchtknotens der Axenscheitel als säulenförmige oder anders gestaltete Anschwellung (Placenta), auf welcher die Samenknospen entstehen, so entsprechen diese eben so vielen Blättern (Primula). Blattzipfel sind sie, wenn sie aus den nach innen vorspringenden Rändern der Carpelle ihren Ursprung nehmen, gleichviel ob diese nur wenig als leistenförmige Placenten vorragen (Viola), oder ob sie den Fruchtknoten mehrkammerig machen (Papaver), oder ob sie sich im Ovariumcentrum vereinigen und ihre sich nach innen in die Fächer umbiegenden Placentarränder die Samenknospen tragen (Liliaceen). Auch die in der Carpellblattachsel bei Ranunculus u. A.

Fig. 213.

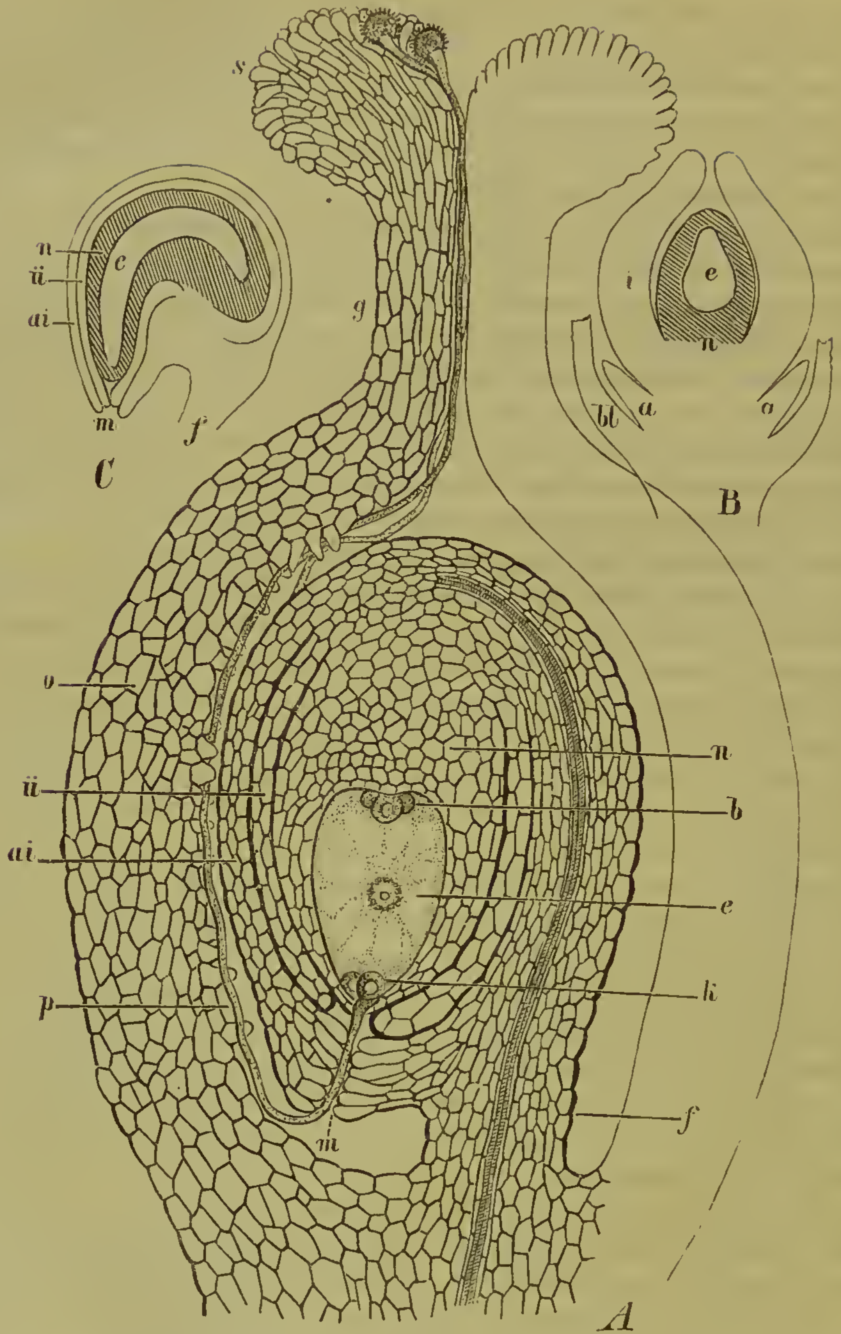


Fig. 213. Schematische Darstellung des Fruchtknotens und der anatropen Samenknospe im Augenblicke der Befruchtung. — B Orthotrope Samenknospe von Taxus und C campylotrope Samenknospe von Beta, schematisirt und wie A im Längsschnitte. — *o* Fruchtknoten, *g* Griffel, *s* Narbe mit zwei Pollenkörnern, deren Pollenschläuche *(p)* durch den Griffelcanal in die Fruchtknotenhöhle hinein gewachsen sind; einer derselben dringt durch die Mikropyle *(m)* der Samenknospe und durch das Gewebe der Kernwarze des Knospenkernes (n) zu den Eizellen *(k)*, welche in der Spitze des Embryosackes *(e)* liegen *b* Basalzellen, *f* Funiculus, *ii* inneres und *ai* äusseres Integument. — *a* in Figur B die Anlage des Samenmantels, *bl* Blatt, *i* das einzige Integument.

entspringende Samenknospe ist als Blattzipfel zu betrachten. Dagegen ist die aus einer einzelnen Zelle hervorgehende Samenknospe der Orchideen einem Trichome äquivalent.

603. Die einzelne Samenknospe wird in den allermeisten Fällen zuerst als ein kleiner, flacher, dann halbkugeliger Gewebehöcker sichtbar, der sich senkrecht auf der Placenta oder im Grunde der Fruchtknotenhöhle erhebt (Fig. 210 H und I: *s*). Hat derselbe eine bestimmte Grösse und dabei meist eiförmige bis cylindrische Gestalt erreicht, so entwickelt sich in gewisser Entfernung unterhalb seiner Spitze ein Ringwall von Zellen, der nach oben emporwächst und den oberen Theil der Samenknospe wie ein Mantel bis auf eine bleibende enge, canalartige Oeffnung, die Mikropyle (Fig. 213 A: *m*), umschliesst. Diese Hülle wird als Integument (Fig. 213 B: *i*; A, *ii* und *ai*), der von ihr umschlossene Theil der Samenknospe nun als Knospenkern (nucleus, Fig. 213 A—C: *n*), sein unter der Mikropyle liegender Scheitel als Kernwarze bezeichnet. Der den Knospenkern mit seinen Integumenten tragende, kürzere oder längere Stiel wird Funiculus (Fig. 213 A: *f*), die Region, in welcher die Integumente entspringen, Knospengrund (chalaza) genannt. Häufig besitzt die Samenknospe nur ein Integument (die meisten Coniferen — Fig. 213 B — und gamopetalen Dicotyledonen). Ebenso häufig entsteht aber unterhalb der ersten Integumentanlage bald darauf eine zweite, welche Knospenkern sammt dem älteren Integumente in gleicher Weise wie dieses überwächst (die Mehrzahl der Monocotyledonen u. A.). Die beiden Integumente werden dann als inneres (das ältere — Fig. 213 A, C: *ii*) und äusseres (das jüngere — Fig. 213 A, C: *ai*) unterschieden. Die Mikropyle wird ferner in diesen Fällen bald von beiden Integumenten gebildet (Fig. 213 A), bald nur von dem inneren, das dann mit seiner Mündung das äussere Integument oft weit überragt. Oft entsteht später (manchmal erst nach der Befruchtung) unter dem äusseren Integumente noch ein dritter Ringwulst, der sich zu einem eigenthümlichen, meist fleischigen, den spätern Samen einhüllenden Gebilde, dem Arillus oder Samenmantel (Fig. 213 B: *a*), entwickelt (Taxus, Myristica, Evonymus u. s. w.).

604. Gewöhnlich sind die Integumente nur wenige (2—3) Zellenlagen stark. Ist ein einzelnes Integument vorhanden, so ist dieses jedoch oft so mächtig entwickelt, dass der Nucleus ihm gegenüber winzig erscheint (Compositen, Umbelliferen). Die Integumente entstehen ferner entweder aus dem Dermatogen allein (Compositen), oder aus dem Periblem, welches das Dermatogen emporwölbt; oder beide Fälle kommen auch an derselben Samenknospe neben einander vor, wie bei den Onagrarieen, bei denen das innere Integument dem Dermatogen, das äussere dem Periblem entstammt.

Während der Entwickelung der Theile der Samenknospe behält diese entweder ihre ursprüngliche Wachsthumsrichtung bei und die Mikropyle liegt dann dem Funiculus oder dem Anheftungspunkte der Samenknospe gerade gegenüber: geradläufige oder orthotrope (atrope) Samenknospe (Taxus — Fig. 213 B — Polygoneen, Piperaceen); oder sie krümmt sich kurz vor oder während der Anlage der Integumente in der Weise, dass später die Mikropyle seitwärts neben dem Funiculus liegt, der Knospenkern (sammt Integumenten) jedoch gerade bleibt: rückläufige oder ana-

trope Samenknospe (die meisten Angiospermen — Fig. 213 A). Die dem Funiculus anliegende Seite des äusseren Integumentes ist dann in der Regel nur schwach entwickelt (Fig. 213 A); bei den Compositen fehlt sogar das Integument an dieser Seite ganz. In einem dritten Haupttypus endlich krümmen sich Knospenkern und Integumente bei Krümmung der Samenknospe mit und diese wird eine gekrümmte oder campylotrope (Fig. 213 C — Caryophylleen etc.). Mittelformen zwischen diesen drei Typen kommen vor. In manchen Fällen werden auch die Samenknospen rudimentär entwickelt. Denjenigen der Santalaceen fehlen die Integumente; sie bestehen nur aus einem nackten Knospenkerne. Bei den Loranthaceen muss sogar die Basis der kaum vorhandenen Ovariumhöhle als Samenknospe gelten.

605. In dem jungen Knospenkerne vergrössert sich eine gewöhnlich annähernd in der Mitte liegende Zelle bald so bedeutend, dass sie sich dadurch auffallend von den benachbarten Zellen unterscheidet. Diese Zelle ist der Embryosack oder Keimsack (Fig. 213 A: *e*), welcher oft schon früh das Gewebe zwischen sich und der Kernwarze des Nucleus so verdrängt, dass er nur von einer dünnen Lage desselben bedeckt bleibt oder selbst in Folge gänzlicher Zerstörung desselben frei in die Mikropyle vorragt (Labiaten, Crocus) oder gar zu dieser schlauchförmig hinauswächst (Santalum). Sein Inhalt ist ein schaumiges Plasma, das bald wandständig wird, während der Kern oft in der Mitte in einer durch Plasmastränge mit dem Wandplasma verbundenen Protoplasmamasse liegen bleibt (Fig. 213 A). Im Grunde des Embryosackes entstehen lange Zeit vor der Befruchtung drei sich bald mit Membran umhüllende Zellen, die Antipoden oder Basalzellen (Fig. 213 A; *b*), vielleicht als letzte Andeutung eines weiblichen Prothalliums (§ 557). Ihnen gegenüber, in dem der Mikropyle zugewendeten Ende des Embryosackes, bilden sich ebenfalls vor dem Eintreffen des Pollenschlauches fast stets drei nackte Zellen mit je einem Zellenkerne. Von diesen liegen zwei, die sogenannten „Gehülfinnen", mit ihrem Scheitel unmittelbar der Wand des äussersten Embryosackscheitels an, oft von einer eigenthümlichen längsstreifigen Substanz, dem Fadenapparate (Gladiolus, Watsonia, Crocus, Santalum) bedeckt oder zur durchbohrten Spitze des Embryosackes hinaus in die Mikropyle hinein ragend. Die dritte Zelle ist etwas tiefer inserirt; sie ist das eigentliche Ei, das sich nach erfolgter Befruchtung allein zum Embryo entwickelt. Eiweissbildung, wie bei den Gymnospermen (§ 564), tritt bei den Angiospermen vor der Befruchtung nicht ein.

4. Die Bestäubungseinrichtungen.

606. Der Pollen muss, um seine befruchtende Wirkung ausüben zu können, auf die Narbe des weiblichen Geschlechtsapparates gelangen. Bei eingeschlechtlichen Blüthen wird diese Uebertragung entweder wie bei den Gymnospermen durch den Wind, oder durch Insekten ermöglicht. In den Zwitterblüthen kann in vielen Fällen der ausstäubende Pollen unmittelbar auf die Narbe gelangen und hier auch wirklich befruchten (Draba verna, Brassica Rapa, Linum usitatissimum u. A.); er ist jedoch vielfach auch ohne

Wirkung (z. B. bei Corydalis), da er meistens nur dann befruchtet, wenn er auf die Narbe einer anderen Blüthe kommt. Hieraus geht also, wie aus anderen gleich zu erwähnenden Erscheinungen hervor, dass zu nahe Verwandtschaft der Sexualzellen (hier die Entstehung in derselben Blüthe) nachtheilig für die Erhaltung der Art ist, selbst wenn die Selbstbestäubung, wie in anderen Fällen, einzelne gute Samen zur Ausbildung fördert.

Bei einer grossen Anzahl von Zwitterblüthen wird daher auch in Folge besonderer Entwickelungsverhältnisse oder eigenthümlicher Organisation die Selbstbestäubung förmlich unmöglich gemacht. Einmal geschieht dieses in der Weise, dass Narbe und Antheren zu sehr verschiedener Zeit ihre völlige Ausbildung erlangen, wie dies bei den Dichogamen der Fall ist. Hier ist entweder die Blüthe eine protogynische, d. h. die Narbe ist bereits empfängnissfähig, wenn die Antheren derselben Blüthe noch geschlossen sind; sie ist abgestorben, wenn letztere sich öffnen, kann daher nur von dem Pollen einer älteren Blüthe befruchtet werden (Plantago, Scrophularia, Anthoxanthum, Luzula, Scopolia). Oder die Blüthe ist eine protandrische: ihr Pollen stäubt bereits aus, wenn die Narbe noch nicht völlig entwickelt ist, kann daher nur auf der Narbe einer älteren Blüthe zur Wirkung gelangen (Malva, Epilobium, Geranium, Umbelliferen, Campanulaceen, Compositen etc.).

607. In anderen Fällen ist trotz gleichzeitiger Ausbildung die gegenseitige Stellung der Geschlechtsorgane eine solche, dass die Selbstbestäubung ausgeschlossen ist; die Antheren stehen unterhalb der Narben, so dass der Pollen auf den Grund der Blüthe oder auch zu dieser hinaus fallen muss (Iris, Crocus, Viola, Orchideen, Passifloreen, Melastomeen, Papilionaceen, viele Labiaten und Scrophularineen). Die die Bestäubung vermittelnden Insekten, welche, nach Nectar suchend, in die Blüthen hinein kriechen, streifen den Pollen mit dem Rücken aus den offenen Antheren und wischen ihn in einer anderen Blüthe an der Narbe ab, um dann, tiefer in diese hineinkriechend, eine neue Ladung Blüthenstaub für eine folgende Blüthe mitzunehmen. Bei Salvia tupft das die Blüthe besuchende Insekt selber den Pollen der fruchtbaren Antherenhälften auf seinen Rücken, indem es mit dem Kopfe das entgegengesetzte Ende des hebelartigen und beweglichen Connectives berührt, dieses dadurch vorwärts und das andere emporstehende Ende abwärts drückt. Bei den Orchideen bleiben die verklebten Pollenmassen (§ 596) mittelst einer kleberigen Drüse des unteren stielartigen Endes am Insektenkörper hängen, um auf die ebenfalls kleberige Narbe einer zweiten Blüthe abgestreift zu werden. Hier liegt gleichzeitig wieder der Fall vor, dass der Pollen auf der Narbe derselben Blüthe wirkungslos ist. Ein anderes eigenthümliches Beispiel von Einrichtungen zur Uebertragung des Pollen durch Insektenhülfe bietet die protogynische Aristolochia Clematitis, deren Blumenrohr innen mit langen, abwärts gerichteten Haaren besetzt ist, die den in die Blüthe kriechenden Fliegen zwar den Eingang gestatten, den Ausgang aber wehren und erst dann erlauben, wenn die Narbe durch den von dem Insekte mitgebrachten Pollen einer anderen Blüthe befruchtet ist und die Haare des Perigons in Folge dessen absterben.

608. Bei den Primeln, Linum-Arten u. A. giebt es bei derselben Art Blüthen, deren Griffel lang sind, während die Antheren tief unter der Narbe stehen und andere Blüthen, deren hochstehende Antheren die Narbe des kurzen Griffels bedeutend überragen. Man bezeichnet diese Formen als lang- und kurzgriffelige, das Verhältniss selbst als Heterostylie und beobachtet, dass die Bestäubung der Narbe einer langgriffeligen Form mit dem Pollen einer kurzgriffeligen und umgekehrt die meisten Samen erzeugt. Die Blüthen von Lythrum Salicaria und manchen Oxalis-Arten weisen sogar dreierlei Griffellängen und damit in Verbindung stehende Antherenstellungen in gleichem Sinne, wie Primula, auf. Ebenso finden sich bei Oxalis acetosella, Viola, manchen Papilionaceen, Lamium amplexicaule u. s. w. zweierlei ungleich grosse Zwitterblüthen, von denen die kleinen, mehr oder minder verkümmerten, oft am Boden verborgenen, oft sogar unterirdischen Blüthen häufig allein fruchtbar sind, die grossen normal gebauten seltener (Viola) oder nie (Voandzeia — Papilionaceen) Früchte erzeugen.

609. Es müssen hier endlich die Nectarien erwähnt werden, welche diejenigen Blüthen entwickeln, die der Hülfe der Insekten für die Bestäubung bedürfen. Diese sind Drüsengebilde, welche zuckerhaltige, meist auch riechende Säfte absondern und deren Lage stets so ist, dass die die Blüthe suchenden Insekten mit Antheren und Narben in Berührung kommen müssen, um zu ihnen zu gelangen. Ihre morphologische Bedeutung ist eine sehr verschiedene. Bei Fritillaria sind es grubige Vertiefungen auf der Innenseite der Perigonblattbasen, bei Viola spornartige Verlängerungen zweier, bei Rheum warzige Drüsen an der Basis sämmtlicher Staubfäden. Die Umbelliferen bilden sie als einen schwieligen Höcker am Grunde der Griffel, Nicotiana als Schwielenring am Grunde des Fruchtknotens aus. Bei den Cruciferen, Fagopyrum u. A. sind sie keulige Warzen, bei Ericaceen, Labiaten etc. eine ringförmige Wucherung im Grunde der Blüthe. In anderen Fällen werden ganze Staubgefässe (Gesneraceen, Cucurbitaceen) oder Fruchtknoten (Cucurbitaceen) zu Nectarien, oder die Blumenblätter bilden sich zu solchen um (Helleborus, Nigella) oder sondern im Grunde spornartiger Aussackungen Nectar ab (Aquilegia).

5. Die Befruchtung und die Entwickelung des Embryo und der Frucht.

610. Die auf die Narbe gelangenden Pollenkörner treiben auf dieser ihre Pollenschläuche in der Weise, dass die Intine an den durch die Oeffnungen oder dünneren Stellen der Exine vorgezeichneten Orten als Papille hervortritt, die sich zum cylindrischen Schlauche verlängert (Fig. 212 B). Da zur Befruchtung jeder Samenknospe des Fruchtknotens ein Pollenschlauch gehört, so müssen bei zahlreichen Samenknospen auch zahlreiche Pollenzellen auf der Narbe ihre Schläuche entwickeln. Diese wachsen zwischen den Narbenpapillen hin und (von dem Narbensecrete ernährt, § 601) bis an die Mündung des Griffelcanales und dann, oft in mit blossem Auge sichtbaren, glänzenden Bündeln durch diesen in die Ovariumhöhle hinab (Fig. 213 A: *p*); oder sie durchdringen das leitende Gewebe des

Griffels. Auf diesem Wege verdickt sich ihre Wand durch Quellung, so dass die anfänglich weite, vom Plasma der Pollenzelle erfüllte Höhlung später oft nur als enger Spalt, der ganze Pollenschlauch etwa wie eine Thermometerröhre erscheint. In der Fruchtknotenhöhle sind gewöhnlich Einrichtungen verschiedener Art getroffen, um die Pollenschläuche der Mikropyle der Samenknospen zuzuleiten. Papillen (Fig. 213 A), Haarbüschel, Haarleisten etc. kleiden die innere Fruchtknotenwand in der Weise aus, dass der zwischen ihnen hinwachsende Schlauch endlich auf eine Mikropyle trifft. In diese wächst er hinein und gelangt dabei oft schon unmittelbar auf den Embryosack oder gar zu den Gehülfinnen der Eizelle (§ 605). In anderen Fällen muss er jedoch noch das Gewebe der Kernwarze durchwachsen (Fig. 213 A), ehe er zu dem meist erweichenden Scheitel des Embryosackes kommt oder diesen selbst durchbohrt. Hier legt er sich mit seinem Ende dem Scheitel der Gehülfinnen dicht an. Die Befruchtung selbst erfolgt auf diosmotischem Wege, was noch deutlicher daraus hervorgeht, dass die tiefer liegende Eizelle nicht mit dem Pollenschlauche in Berührung kommt, den befruchtenden Stoff daher durch Vermittelung der mit dem Pollenschlauche in Berührung tretenden Gehülfinnen erhalten muss.

611. Die Zeit, welche der Pollenschlauch zum Durchwachsen des Griffels bis zum Eintritt in die Mikropyle der Samenknospe gebraucht, ist eine sehr verschiedene und steht durchaus nicht immer in geradem Verhältnisse zur Griffellänge. So gebrauchen die Pollenschläuche von Arum maculatum bei kaum 3 Mmtr. langem Griffel gewöhnlich 5 Tage, die von Crocus bei einer Griffellänge bis zu 10 Ctmtr. nur 1—3 Tage, die der Orchideen oft einige Monate, um zu den Samenknospen zu gelangen. Die letztere Familie zeigt auch, wie die Bestäubung noch in anderer Weise beeinflussend auf den Fruchtknoten oder die Samenknospen wirkt, insofern hier die letzteren erst durch sie zur Weiterentwickelung angeregt, ja selbst erst angelegt werden und der Fruchtknoten bedeutend anschwillt, während bei unterbleibender Bestäubung die Placenten auch steril bleiben.

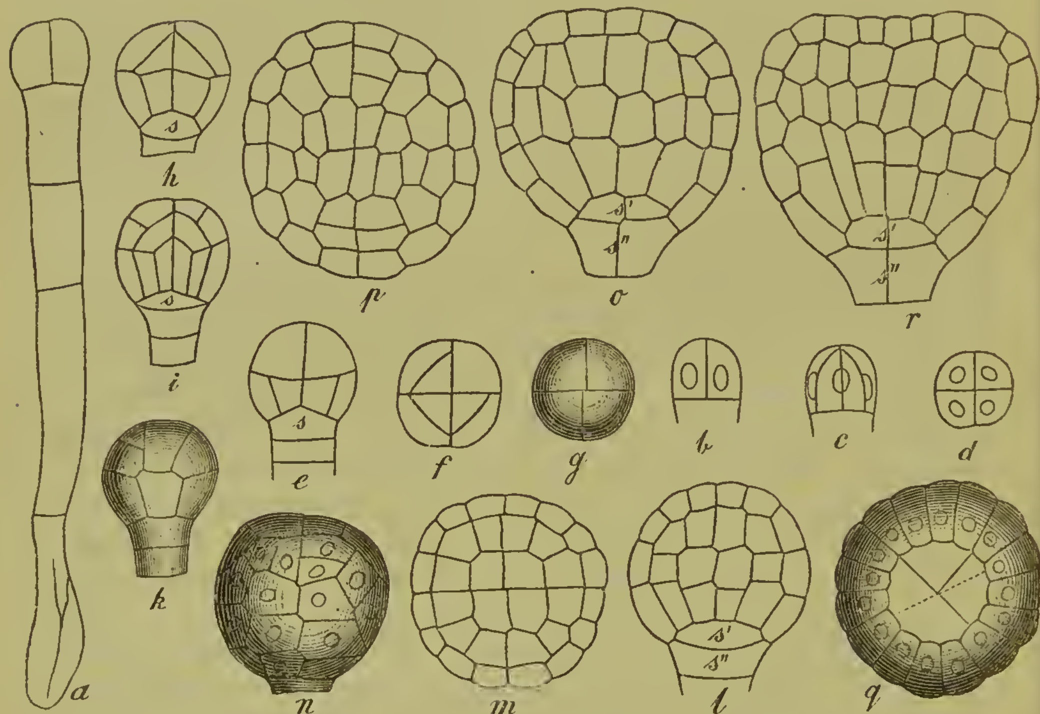
Nach dem Eintreffen des Pollenschlauches im Embryosacke vergeht oft noch lange Zeit, ehe das Ei die Entwickelung zum Embryo beginnt, bei Quercus, Fagus, Juglans u. A. einige Tage bis Wochen, bei Colchicum circa 6 Monate, bei den Quercus-Arten mit zweijähriger Samenreife fast ein Jahr (vergl. § 566).

612. Die erste Folge der Befruchtung ist die, dass die Eizelle sich mit einer Membran umhüllt und ihr dem Embryosackscheitel zugekehrtes Ende mit diesem verwächst. Sodann verlängert sich das befruchtete Ei und theilt sich durch eine Querwand in eine frei in den Embryosack vorragende Zelle, die sich zum Haupttheile des eigentlichen Embryo entwickelt, und eine mit der Embryosackspitze verschmolzene, den Embryoträger. Letzterer wird vielfach noch durch weitere Querwände gegliedert (Fig. 214 *a*) und erreicht sehr verschiedene Länge und Form. Die dem freien Ende des Embryoträgers aufsitzende Anlage des Embryo ist bei den Dicotyledonen (z. B. den hier zur Erläuterung benutzten Cruciferen) zunächst eine fast halbkugelige Zelle, die sich zuerst durch eine in der

Längsaxe derselben liegende Wand in zwei Zellen (Fig. 214 *a*) und darauf unter allmählicher Vergrösserung durch zwei weitere auf diese Wand senkrechte Längswände in Kugelquadranten theilt (Fig. 214 *b—d*). Jeder Quadrant zerfällt nun durch eine Querwand in Octanten.

613. Jede der Octantenzellen des jugendlichen Embryo — und zwar zuerst die des unteren (Fig. 214 *e—g* und deren Erklärung), dann auch diejenigen des oberen Stockwerkes (Fig. 214 *h*) — theilt sich nun durch eine

Fig. 214.

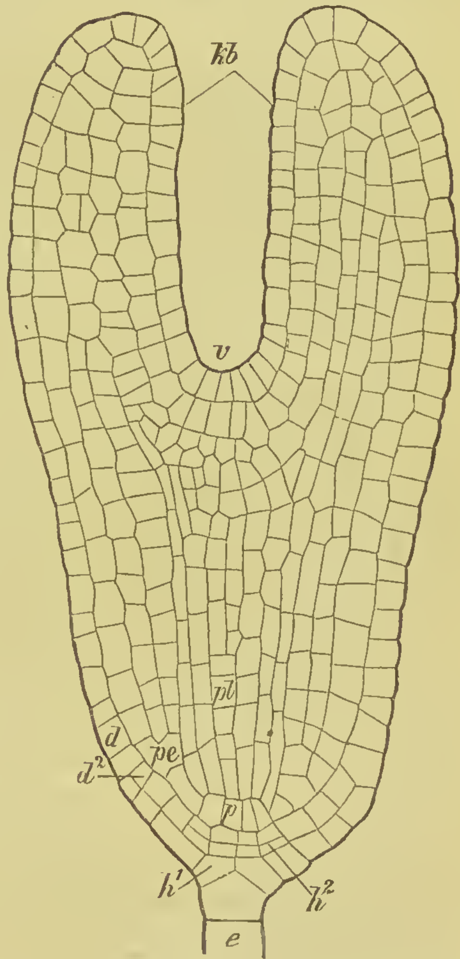


Tangentialwand in eine äussere Dermatogen-Mutterzelle (Fig. 214 *e, f, h*) und eine innere Zelle, aus welcher durch wiederholte Quer- und Längstheilungen Periblem und Plerom hervorgehen, während in der Dermatogen-

Fig. 214. *a* Zweizelliger Embryo von Camelina sativa auf seinem Embryoträger. — *b—r* Die ersten Entwickelungsstadien des Embryo von Capsella Bursa pastoris bis zur Anlage der Keimblätter: *b* Embryo bereits in Quadranten getheilt, da derselbe um 45° um seine Längsaxe gedreht wie in *c*, in der Scheitelansicht wie in *d* erscheint; *e—g* Auftreten der Dermatogenwände im unteren Stockwerke und zwar *e* im optischen Längsschnitte, *f* Querschnitt des unteren Stockwerkes, *g* Scheitelansicht; *h* Dermatogentheilungen auch im oberen Stockwerke (Längsschnitt); *i* weitere Theilungen im Dermatogen und Sonderung von Periblem und Plerom (Längsschnitt); *k* = *i* in Oberflächenzeichnung; *l* Längsschnitt und *m* Querschnitt desselben Embryo mit den weiteren Theilungen im Periblem und Plerom; *n* Oberflächenansicht eines Embryo, der etwas jünger als der in *lm* gezeichnete ist (man sieht schief auf den Scheitel); *o* und *p* Längs- und Querschnitt eines etwas älteren Embryo, der in *p* die in Periblem und Plerom verschiedene Theilung zeigt; *q* Ansicht eines Embryo wie *o* von unten, die ersten Theilungen in der oberen Anschlusszelle (Punktlinie) und die der unteren Anschlusszelle zeigend; *r* Längsschnitt eines Embryo zur Zeit der Anlage der Keimblätter. — *s* Anschlusszelle und in den älteren Entwickelungsstadien *s'* die obere, *s''* die untere Anschlusszelle. — Alle Figuren nach unveröffentlichten Handzeichnungen von A. Prażmowski. — Vergr. 440.

Mutterzelle nur noch Radialtheilungen auftreten (Fig. 214 *i*). Im unteren (Wurzel-) Ende des Embryo schliessen jedoch diese Gewebeschichten vorläufig nicht zusammen. Hier liegt, etwas nach innen vorgewölbt, die letzte Zelle des Embryoträgers, die sogenannte Anschlusszelle oder Hypophyse (Fig. 214 *e*, *h*, *i*: *s*), die sich noch durch eine Querwand theilt (Fig. 214 *l*: *s'* und *s''*) und so die Schlusszellen erzeugt, die nun an der Weiterbildung des Wurzelendes des Keimlinges sich betheiligen. Die untere Hypophysenzelle (Fig. 214 *l*: *s''*) theilt sich durch zwei kreuzweise auftretende Längswände in eine aus vier Zellen gebildete Scheibe (in Fig. 214 *q* diese Theilung noch nicht vollendet), die durch darnach auftretende Querwände die Dermatogen-Schlusszellen und die erste Wurzelhaubenkappe abgiebt. Die obere Hypophysenzelle theilt sich zuerst auch wie die untere, nur mit etwas divergirenden Wänden (Fig. 214 *q*, die Punktlinie als erste Längswand); sie giebt die Periblem-Schlusszellen ab (Fig. 214 *o*, *r*).

Fig. 215.



614. Inzwischen haben sich in den inneren Octantenzellen Periblem und Plerom differenzirt (Fig. 214 *l*, *m*), welche von jetzt ab auch durch die in beiden in verschiedener Weise erfolgenden Theilungen sich unterscheiden: während im Periblem zuerst der Oberfläche des Embryo parallele Wände auftreten, finden im Plerom Theilungen parallel den ersten Quadrantenwänden statt (Fig. 214 *o*, *p*). Mit der damit verbundenen Umfangzunahme des Embryo tritt am oberen Ende desselben in Folge lebhafter Zellvermehrung rechts und links je ein umfangreicher Zellgewebehöcker auf: die Anlage der beiden Keimblätter oder Cotyledonen (in Fig. 214 *r* eben angedeutet; Fig. 215 *kb*). Ihre Lage entspricht stets je zweien der ursprünglichen oberen Octanten. Durch sie wird nun der unter ihnen liegende, an seinem Ende die Wurzel entwickelnde Axentheil als hypocotyles Glied abgegrenzt. Der zwischen den Keimblättern liegende Stammscheitel ist noch nicht deutlich differenzirt (Fig. 215 *v*); erst später bildet sich hier

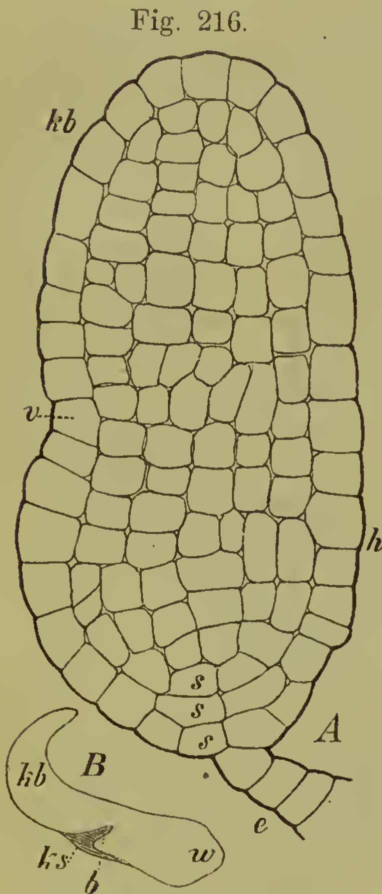
Fig. 215. Weiter vorgeschrittener Keimling von Capsella Bursa pastoris mit schon stark entwickelten Cotyledonen (nach Hanstein — Vergr. 300). *e* Embryoträger, *kb* Cotyledonen, *v* Vegetationspunkt, *pl* Plerom, *pe* und *p* Periblem, d^1 und d^2 Dermatogen, h^1 und h^2 Wurzelhaubenkappen.

der Vegetationskegel der Axe als ein kleiner Gewebehöcker, der tief zwischen den beiden Cotyledonen steckt.

Die erste Entwickelung des Monocotyledonen-Embryo ist in den wesentlichen Zügen eine ähnliche: nur bildet sich hier die Spitze des jugendlichen Embryo zu dem einzigen vorhandenen Keimblatte aus (Fig. 216 A und B: *kb*). Der Vegetationskegel entsteht unterhalb desselben seitwärts in einer sich bildenden Vertiefung, der Keimscheide (Fig. 216 A: *v*; B: *ks*).

615. Der Grad der Ausbildung des Embryo unterliegt bei den verschiedenen Familien der Angiospermen mannigfachen Abweichungen, die zum Theil mit der Bildung des Endosperms (§ 616) zusammenhängen. Wird letzteres sehr mächtig entwickelt und demgemäss mit vielen Reservestoffen für die Keimung ausgestattet, so bleibt der Embryo meistens klein (Mais, Weizen etc.). Wird dagegen nur wenig oder kein Endosperm angelegt oder dieses während der Embryoentwickelung wieder verbraucht, so erhält der Keimling um so bedeutendere Grösse und er füllt dann den Samen ganz oder fast ganz aus; seine Keimblätter erreichen oft gewaltige Dimensionen und enthalten das für die ersten Keimungsstadien nothwendige Baumaterial (Bohne, Mandel, Eichel etc.). Andere Entwickelungsdifferenzen treten darin auf, dass der Vegetationspunkt des Embryo bald flach ist (Helianthus, Cucurbita), bald sich ein mehr oder minder mächtiger, beblätterter Vegetationskegel (Plumula) schon im Samen ausbildet (Gräser, Bohne, Eiche). Manchmal bleibt auch eines der beiden Keimblätter der Dicotyledonen klein und kümmerlich (Cyclamen, Trapa). Bei den Schmarotzern und Humusbewohnern endlich, ferner bei den Orchideen und auch bei Juncus, ist die Differenzirung des reifen ganzen Embryo eine sehr geringe. Derselbe gleicht meistens einem kleinen Zellenkörper ohne alle äussere Gliederung, die erst während der Keimung eintritt.

Fig. 216.



616. Während der Entwickelung des Embryo finden gleichzeitig in der Samenknospe und im Fruchtknoten Veränderungen statt, die mit der Ausbildung des Samens und der Frucht abschliessen. Oft schon vor den ersten Theilungen des befruchteten Eies, jedenfalls mit denselben, beginnt die

Fig. 216. A Junger Embryo von Alisma Plantago mit beginnender Sonderung des Gewebes in Keimblatt und hypocotyles Glied (Vergr. 300). B Reifer Embryo im Längsschnitte, schwach vergr. Nach Hanstein. *kb* Keimblatt, *v* Vegetationskegel-Anlage, *h* hypocotyles Glied, *s* Schlusszellen, *w* Wurzel, *b* zweites Blatt, *ks* Keimscheide, *e* Embryoträger.

Bildung des Endosperms (Sameneiweiss, albumen) mit dem Auftreten freier Zellen im Plasma des Embryosackes (§ 62, Fig. 13). Dieselben vergrössern sich, vermehren sich durch Theilung und durch Auftreten neuer frei gebildeter Zellen zwischen den älteren. Schliesslich rücken sie dicht aneinander, werden durch den gegenseitigen Druck polyëdrisch und bilden dann ein den ganzen Embryosack ausfüllendes, den Embryo umhüllendes Gewebe, eben das Endosperm.

In anderen Fällen theilt sich jedoch, wie bei manchen Dicotyledonen mit lang gestrecktem Embryosacke, der letztere durch Querwände, worauf in den so entstandenen Zellen weitere, zur Endospermbildung führende Theilungen eintreten.

Bei vielen Familien ist das Endosperm mächtig entwickelt, bei anderen ist es nur in einer verhältnissmässig dünnen Schicht vorhanden. Ist in diesem Falle der Embryo klein, so bleibt im Samen ein mit milchiger Flüssigkeit gefüllter (Cocosnuss) oder leerer Hohlraum (Brechnuss — Strychnos) zurück. In noch anderen Familien wird das zuerst angelegte Endosperm bei der weiteren Ausbildung des Embryo wieder resorbirt und der Same ist dann eiweisslos (Bohne). Oder die Eiweissbildung ist überhaupt rudimentär (Orchideen, Najadeen, Alismaceen etc.), oder unterbleibt ganz (Canna). Wie bereits im § 615 erwähnt wurde, hängen diese Verhältnisse mit der grösseren oder geringeren Ausbildung des Embryo selbst zusammen.

617. Der nach der Befruchtung sich vergrössernde Embryosack verdrängt gewöhnlich bald das ihn umgebende Gewebe des Knospenkernes und grenzt dann unmittelbar an die Integumente. In einzelnen Fällen bleibt jedoch das Nucleusgewebe erhalten. Es füllt sich dann, wie das Endosperm, mit Reservestoffen und wird als Perisperm bezeichnet. Bei den Piperaceen und Nymphaeaceen ist das Perisperm viel mächtiger, als das Endosperm; bei Canna ist es ganz allein vorhanden.

Die anatomische Beschaffenheit des Endosperms ist sehr verschieden. Bei der Kaffeebohne, der steinharten Elfenbeinnuss, der Dattel u. A. verdicken sich seine Zellwände bedeutend und erhärten zugleich hornartig; Cellulose ist hier das Reservematerial für die Keimung. In anderen Fällen bleibt es zart und dünnwandig und speichert in seinen Zellen Stärke (Getreide) oder Fett (Helianthus) auf. Bei der Muskatnuss u. A. wachsen faltige Wucherungen der Samenschale in spaltenartige Vertiefungen des Endosperms hinein und lassen dieses auf dem Durchschnitte marmorirt erscheinen.

618. Die Samenschale des Samens geht aus den Integumenten der Samenknospe hervor. Die Zellen derselben erfahren äusserst mannigfaltige, oft für einzelne Familien sehr charakteristische Veränderungen, die meistens darauf hinauslaufen, dem Keimling des Samens bis zur eintretenden Keimung sicheren Schutz zu gewähren, weshalb gewisse Zellenlagen in der Regel bedeutender Verdickung und Cuticularisirung ihrer Membranen unterliegen. Während dieser Umbildung wird die Zahl der Zellenschichten der Integumente oft vermehrt; in anderen Fällen werden dagegen ganze Zellenlagen derselben resorbirt, oder so zusammengequetscht, dass sie im reifen Samen kaum unterscheidbar sind. Die Samenoberfläche besitzt eine deutliche, bald glatte, bald unebene Epidermis, die oft mit Haaren bedeckt ist

(Baumwolle) und in diesem Falle häufig besondere Büschel derselben als Flugapparat entwickelt (Asclepiadeen). Bei anderen Pflanzen verschleimen die Oberhautzellen (Linum, Plantago u. A. — §§ 30, 32), oder der Same erhält flügelartige Anhängsel (Bignoniaceen) u. s. w.

Die Stelle, wo der reife Same sich vom Funiculus abgelöst hat, heisst Nabel (hilus). Oft ist neben demselben auch die Mikropyle noch in Form eines Grübchens kenntlich.

619. Mit dem Samen bildet sich gleichzeitig der Fruchtknoten zur Frucht um. Auch seine Wandungen, die Placenten und Scheidewände, werden so mannigfach umgestaltet, dass darauf die Unterscheidung der bald trockenen, bald saftigen, bei manchen Familien oder Gattungen aufspringenden, bei anderen geschlossen bleibenden Fruchtformen beruht. In gewissen Familien (Umbelliferen, Labiaten, Borragineen etc.) spaltet sich dabei der Fruchtknoten in so viele Theile, als Fächer vorhanden sind, von denen dann jedes Fach mit seinem Samen scheinbar eine selbständige Frucht darstellt: die Theilfrucht (mericarpium). Es entwickeln sich ferner bei anderen Familien Anhängsel, welche als Flugapparate dienen (Acer); oder diese gehen, wie bei den Compositen der Pappus, aus dem bleibenden Kelche hervor. Verschleimung der Fruchtschalenepidermis tritt bei manchen Labiaten auf.

620. In vielen Fällen erleidet auch der Blüthenboden, das Ende der Blüthenaxe, während der Ausbildung der Frucht Veränderungen, die zur Entstehung von Scheinfrüchten Veranlassung geben. Bei Fragaria wird er fleischig und trägt dann die kleinen, oft fälschlich als Samen bezeichneten Früchte auf der Oberfläche der Erdbeere. Bei Ficus stellt der fruchtartig entwickelte Blüthenboden die Feige, bei der Rose die hohle Blüthenaxe die Hagebutte als Scheinfrucht dar, während die eigentlichen im Inneren derselben eingeschlossenen Früchte auch hier häufig nur als Samen betrachtet werden. Bei den Cupuliferen umwächst eine aus Blättern gebildete Hülle (cupula) die einzelne Frucht (Quercus) oder mehrere Früchte gleichzeitig (Fagus, Castanea). Aehnlich sind der Apfel, die Birne, die Maulbeere u. A. nur als Scheinfrüchte zu bezeichnen.

621. Bei Funkia ovata (Liliaceae) beobachtet man, dass nach der Befruchtung einzelne Zellen des einschichtigen Nucleus sich in den Embryosack vorwölben, sich durch geneigte Wände theilen und jede alsbald einen mehrzelligen Höcker bilden, der sich zu einem Embryo zu entwickeln vermag. Durch solche Adventiv-Embryonen wird das befruchtete Ei gewöhnlich ganz verdrängt. Noch auffallender tritt dieselbe Erscheinung bei Nothoscordum fragrans (Liliaceae) hervor, bei welchem jedoch von vielen Adventiv-Embryonen auch nur 2—3, selten mehr, zur definitiven Ausbildung kommen und Polyembryonie veranlassen. Citrus hat die in dieser Gattung schon lange bekannte Polyembryonie auch nur solchen Adventiv-Embryonen zu verdanken, neben denen hier allerdings auch das befruchtete Ei zur normalen Weiterentwickelung gelangt. Neuere Untersuchungen führen endlich die im § 342 erwähnte Parthenogenesis von Caelebogyne auch auf Adventiv-Embryonen zurück, welche das Ei und seine Gehülfinnen verdrängen.

6. Zahl und Stellungsverhältnisse der Blüthentheile.

622. Allgemeine Erläuterungen über die Stellungsverhältnisse der Blattformationen der Blüthe, über die Verzeichnung derselben in das Diagramm u. s. w. wurden bereits im Anschlusse an die Blattstellung (§§ 180, 181, Fig. 43) gegeben. Hier handelt es sich wesentlich nur noch um die Bezeichnung derartiger Verhältnisse durch bestimmte Formeln, wie sie in der Systematik der Phanerogamen vielfach angewendet werden und auch in der folgenden Uebersicht der Familien mit zur Benutzung kommen.

Für die Geschlechtervertheilung in den Blüthen einer Familie oder Gattung gelten auch hier die Zeichen ♂ für die männliche, ♀ für die weibliche und ☿ für die Zwitterblüthe, während die Blüthe selbst durch ein B bezeichnet wird. Ist die Blüthe actinomorph oder regelmässig, d. h. sind die durch verschiedene Längsschnitte erhaltenen Hälften einander gleich, so wird dies durch einen * angedeutet; ist sie zygomorph (symmetrisch), d. h. kann sie nur durch einen Längsschnitt in gleiche Hälften zerlegt werden, so ist dieses durch einen senkrechten ↑ angegeben.

623. Für die einzelnen Blattformationen der Blüthe gelten die Zeichen K = Kelch, C = Blumenkrone, P = Perigon, A = Staubgefässe oder Androeceum, G = Fruchtknoten oder Gynaeceum. Eine Zahl hinter dem betreffenden Zeichen giebt die Zahl der den Blüthentheil bildenden Glieder an, C 5 also z. B. eine fünfblätterige Corolle, A 10 zehn Staubgefässe; unbestimmte Anzahl wird durch n (z. B. — Cn), zahlreiche Glieder durch ∞ bezeichnet (also A ∞ bedeutet zahlreiche Staubgefässe), während eine 0 das Fehlen (Abortiren) angiebt. Sind die Glieder eines Kreises unter einander verwachsen, so wird dieses durch Einklammern der Zahl angegeben. Es ist also G (3) ein aus drei Fruchtblättern gebildeter Fruchtknoten; ist dieser unterständig, so wird dies durch einen — über der Zahl, also durch $G\,\overline{(3)}$, ist er oberständig, durch einen — unter der Zahl, also durch G (3) bezeichnet. Stehen die Glieder einer Blattformation in zwei Kreisen, so wird dies durch ein zwischengestelltes + ausgedrückt; A 5 + 5 bedeutet also, dass 10 Staubgefässe in zwei Wirteln zu je 5 vorhanden sind. Stehen an Stelle eines Gliedes deren zwei, sind sie also dedoublirt, so setzt man zur Gliederzahl den entsprechenden Exponenten; es bezeichnet also $A\ 2 + 2^2$ in der Formel der Cruciferenblüthe ein Androeceum, dessen einer Kreis aus 2 Staubgefässen gebildet ist, dessen zweiter aus vieren besteht, die paarweise mit denen des ersten alterniren. Dagegen bedeutet in gewissen Formeln A 5 ∞ fünf Staubgefässe, die sich vielfach verzweigen, oder ∞ Staubgefässe in 5 Bündel „verwachsen“. Staminodien werden durch ein vorgesetztes †, superponirte Glieder durch einen vorgesetzten | kenntlich gemacht.

Das auf S. 101 in Fig. 43 A gegebene Diagramm der Cruciferenblüthe würde also in die Formel umgesetzt lauten:

$$K\ 2 + 2,\ C \times 4,\ A\ 2 + 2^2,\ G\,(2)$$

wobei das C × 4 bedeutet, dass der vierblätterige Corollenkreis diagonal steht, mit den 2 + 2 Kelchblättern also so alternirt, als gehörten letztere einem einzigen Kreise an.

Die Formel für das Diagramm der Campanulablüthe Fig. 43 B würde aussehen:

K (5), C (5), A 5, | G (5)

Der Strich | vor G (5) würde aussagen, dass die Fruchtblätter den Staubgefässen superponirt sind. In beiden Fällen würde ferner ein B ✻ ☿ hinzuzufügen sein.

I. Unterclasse. Monocotyledones.

624. Gefässbündel auf dem Querschnitte der Axe zerstreut, geschlossen (§§ 96, 123, 124). Blätter meistens parallelnervig, selten netzaderig. Blüthen typisch nach der Zahl 3 gebaut. Blüthenhülle meistens als corollinisches Perigon vorhanden, seltener ein äusserer Kreis kelch-, ein innerer corollenartig. Same gewöhnlich mit grossem Endosperm, seltener dasselbe wenig entwickelt oder fehlend, oder ein Perisperm vorhanden. Embryo mit nur einem Keimblatte. Keimwurzel bald zu Grunde gehend und durch Nebenwurzeln ersetzt.

625. Die deutschen Familien lassen sich folgendermaassen übersichtlich gruppiren.

I. Fruchtknoten unterständig.
- A. Perigon mit äusserem kelchartigen und innerem corollinischen dreigliederigen Kreise: Hydrocharideae.
- B. Beide Perigonkreise gleichartig.
  - 1. Samenträger wandständig: Orchideae.
  - 2. Samenträger axenständig (central).
    - a. Perigon kelchartig, grünlich: Dioscoreae.
    - b. Perigon corollinisch, bunt.
      - * Drei Staubgefässe: Irideae.
      - ** Sechs Staubgefässe: Amaryllideae.

II. Fruchtknoten oberständig.
- A. Perigonkreise gleichartig.
  - 1. Perigon corollinisch: Liliaceae (mit Einschluss der Smilaceae und Melanthaceae).
  - 2. Perigon kelchartig, trockenhäutig: Juncaceae.
  - 3. Perigon kelchartig, zart: Juncagineae.
- B. Perigonkreise ungleichartig, der äussere kelch-, der innere corollenartig: Alismaceae (mit Einschluss der Butomaceae).
- C. Perigon verkümmert oder fehlend, selten besser entwickelt und dann kelchartig (Acorus).
  - 1. Blüthenstand kolbenförmig oder kopfig.
    - a. Blüthenkolben mit grosser Scheide. Perigon fehlend oder sechsgliederig, grünlich: Aroideae.
    - b. Blüthenkolben ohne Scheide. Perigon fehlend oder haar- oder schuppenförmig: Typhaceae.
  - 2. Blüthenstand nicht kolbenförmig.
    - a. Grasartige Pflanzen mit kahnförmigen Blüthendeckblättern (Spelzen).
      - * Halm meist rund, knotig gegliedert, mit 2zeiligen Blättern und meist offenen Blattscheiden. Blüthen mit Vorblatt und Deckblatt: Gramineae.
      - ** Halm meist dreikantig, mit 3zeiligen Blättern und geschlossenen Blattscheiden. Blüthen ohne Vorblatt, aber mit spelzenförmigem Deckblatte: Cyperaceae.
    - b. Untergetauchte oder schwimmende Wasserpflanzen.
      - * Perigon unscheinbar oder fehlend. Normal beblätterter Stengel vorhanden: Najadaceae.
      - ** Perigon stets fehlend. Stengel laubartig, flach, ohne Blätter: Lemnaceae.

38. Ordnung. Helobiae.

626. Wasser- oder Sumpfpflanzen, oft mit gestielten, gitternervigen Blättern. P bald verkümmert oder fehlend, bald ein äusserer Kreis calycinisch, der innere corollinisch. Endosperm fehlend oder spärlich. Hypocotyle Axe des Embryo stark entwickelt, grösser als das Keimblatt.

627. (Fam. 62.) Lemnaceae. Schwimmende oder untergetauchte Wasserpflanzen mit thallusartigem Stamme, ohne entwickelte Blätter, mit oder ohne Wurzeln und oft nur während der Blüthezeit mit Gefässen. B ♂ und ♀ in einer dreiblüthigen Inflorescenz in einer seitlichen Ausbuchtung des Laubes, ohne P, nur 2 nackte Staubgefässe und ein nackter, etwas höher stehender Fruchtknoten mit 1—6 anatropen Samenknospen. Frucht nussartig oder eine Kapsel. Embryo in der Axe des spärlichen Eiweisses. 15 Arten in der warmen und gemässigten Zone. Sind vielleicht am nächsten mit den Aroideen verwandt. Lemna (Teich- oder Wasserlinse).

628. (Fam. 63.) Najadaceae. Wasserpflanzen mit beblättertem Stengel. P 0 oder verkümmert, A 1—4, G $\underline{1-4}$, Fruchtknoten mit einer anatropen Samenknospe. Endosperm fehlend. 80 Arten der warmen und gemässigten Zone. 68 Arten im Tertiär. Zerfällt in drei Unterfamilien:

1. Zosteraceae. Untergetaucht wachsende Meeresbewohner mit dünnen, kriechenden oder fluthenden Stengeln und schmal-linealischen, grasartigen Blättern. B ♂ und ♀, selten ☿. P 0. Früchte steinfruchtartig oder eine unregelmässig aufspringende Kapsel. Keimling gekrümmt. Zostera marina L. liefert das als „Seegras" bekannte Polstermaterial.

2. Najadoideae. Untergetauchte, einjährige Pflanzen stehender Gewässer, mit paarweise genäherten, fast gegenständigen, linealischen Blättern mit ganzrandigen oder gewimperten Scheiden. B monöcisch oder diöcisch; ♂ mit einem das einzige Staubgefäss eng umschliessenden, becherförmigen P, ♀ ohne P. Frucht steinfruchtartig. Keimling gerade. Najas.

3. Potamogetoneae. Ausdauernde, untergetauchte, oder mit den oberen Blättern schwimmende Pflanzen stehender und langsam fliessender Gewässer. Blätter einfach, grasartig, fadenförmig bis elliptisch (bei der auf Madagascar wachsenden Ouvirandra das Parenchym zwischen den Nerven fehlend). Blüthen monöcisch oder ☿, der Blüthenstand zur Blüthezeit sich über das Wasser erhebend. P 0, A 1—4, öfter von einem blumenblattartigen Anhängsel des Connectives überragt. G 4. Vier steinfruchtartige, beim Keimen sich oft mit einem Deckel öffnende Früchte mit gekrümmtem Embryo. Deutsche Gattungen:

I. Blüthen ☿. Griffel fehlend. Staubbeutel sitzend oder fast sitzend.
  A. Staubgefässe 4: Potamogeton.
  B. Staubgefässe 2: Ruppia.
II. Blüthen ♂ und ♀. Griffel kurz oder verlängert. Staubfaden lang: Zannichellia.

629. (Fam. 64.) Hydrocharideae. Ausdauernde Wasserpflanzen mit spiraligen oder quirlständigen, sitzenden oder gestielten, einfachen, manchmal mit Nebenblättern (Hydrocharis) versehenen Blättern und über das Wasser tretenden, zweihäusigen Blüthen. P 3 + 3, der äussere Kreis kelchartig, der innere zart, in der Knospe geknittert. A 3—∞, in den ♀ B als Staminodien, in den ♂ und ☿ ebenfalls ein oder mehrere Kreise unfruchtbar. G $\overline{(3-6)}$,

mit eben so vielen Narben, einfächerig oder mehrkammerig, mit mehreren anatropen oder orthotropen Samenknospen. Frucht meist beerenartig, oft unregelmässig aufspringend. Same ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 30 Arten in der gemässigten und warmen Zone. 3 Unterfamilien:

1. Hydrilleae. Fruchtknoten einfächerig, mit 3 Narben. Stamm gestreckt, mit quirlig gestellten, kleinen Blättern.

Elodea canadensis, „Wasserpest" (A 9), aus Nordamerika eingeschleppt und in unseren Canälen und Flüssen oft für die Schiffahrt lästig. — Hydrilla verticillata (A 3), nur bei Stettin.

2. Vallisnerieae. Fruchtknoten einfächerig, mit 3 Narben. Stamm sehr kurz, mit dicht gedrängten, grasartigen Blättern.

Vallisneria spiralis, Südeuropa (schon in Südtyrol). Die ♂ B lösen sich zur Blüthezeit von den kurzen Stielen los und schwimmen auf dem Wasser den ♀ entgegen, die auf langen, spiralig gewundenen Stielen emporsteigen, um nach der Befruchtung wieder unterzutauchen und die Frucht unter dem Wasser zu reifen. 1 Art im Tertiär.

3. Stratioteae. Fruchtknoten 6- oder mehrkammerig, mit 6 Narben. Stamm kurz, mit dicht gedrängten Blättern. 5 tertiäre Arten.

Stratiotes. ♂ B: A ∞, etwa die 12 inneren fruchtbar, die übrigen kürzere Staminodien; kein Rudiment eines Fruchtknotens. ♀ B: Staminodien ∞, Samenknospen anatrop. Aloëartige Pflanze mit schmalen, starren, am Rande stachelig gesägten Blättern.

Hydrocharis. ♂ B: A 12, am Grunde verwachsen, 3 äussere meist unfruchtbar; Fruchtknotenrudiment vorhanden. ♀ B: Staminodien 6, Samenknospen orthotrop. Pflanze mit nierenförmigen, weichen, schwimmenden Blättern.

630. (Fam. 65.) Juncagineae. Ausdauernde Sumpfpflanzen mit abwechselnd 2zeiligen, am Grunde scheidenartigen, linealischen, binsenartigen Blättern. B ☿. P 3 + 3, A 3 + 3, G $\underline{3 + 3}$. Beide Perigonkreise kelchartig, unscheinbar. Fruchtblätter oft theilweise verkümmert, zu einem Fruchtknoten verwachsen, der sich aber bei der Fruchtreife wieder in die balgkapselartigen, mit 1 oder 2 Samen versehenen Früchte theilt. Samen ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 17 Arten der gemässigten Zone.

Scheuchzeria. P bleibend. Connectiv die Staubbeutelhälften überragend. Früchtchen nur am Grunde verwachsen. Blüthen wenig zahlreich, in lockerer Traube.

Triglochin. P abfallend. Connectiv die Staubbeutelhälften nicht überragend. Früchte der ganzen Länge nach verwachsen, die drei äusseren verkümmert. Zahlreiche Blüthen in langer, ährenförmiger Traube. 1 tertiäre Art der Familie bekannt.

631. (Fam. 66.) Alismaceae. Ausdauernde Sumpf- oder Wasserpflanzen mit gitternervigen Blättern, die aufgetauchten oder schwimmenden mit breiter Spreite, gestielt, die untergetauchten grasartig. B ☿ oder einhäusig, seltener zweihäusig. Typus der B = P 3 + 3, A 6 — ∞, G $\underline{6 - \infty}$. Aeusseres P meist kelchartig und bleibend, inneres blumenartig, meist abfallend. Oft auch A 3^2 + 0 (Alisma Plantago), oder auch A 3^2 + 3 (Butomus) oder 3^2 + 3 + 3 (Echinodorus-Arten) u. s. w. Früchtchen getrennt oder an der Innenseite mehr oder weniger verwachsen, meist balgkapselartig, mit 1—2 oder ∞ Samen ohne Endosperm. 63 Arten in der gemässigten und warmen Zone. 4 Arten im Tertiär.

1. Alismoideae. Früchtchen 1—2samig. Keimling hufeisenförmig gekrümmt.

Alisma. B ☿. A 3^2 + 0 — ∞. Blüthenaxe flach.

Sagittaria. B ♂ und ♀. A ∞. Blüthenaxe kugelig.

2. Butomoideae. P bleibend, alle Blätter gefärbt. A 3^2 + 3. Früchtchen mit zahlreichen Samen. Keimling gerade. — Butomus.

39. Ordnung. Spadiciflorae.

632. Blüthen klein und zahlreich in einem Kolben oder einer Rispe, Aehre etc., meist der ganze Blüthenstand wenigstens anfangs von einem mächtig ausgebildeten Hochblatte, der Scheide (spatha), eingeschlossen. Bracteen der B fehlend oder schwach entwickelt. P unscheinbar, nie corollinisch, oft verkümmert oder 0. B meistens monöcisch. Same endospermreich, mit meist kleinem, geradem Embryo.

633. (Fam. 67.) Typhaceae. Ausdauernde Sumpfpflanzen mit 2zeiligen, linealischen, schilfartigen Blättern mit offenen Scheiden. B einhäusig, in dicht gedrängten, kolbigen oder kugeligen Blüthenständen ohne Scheide. Tragblätter zart und klein: zuweilen fehlend. ♂ B : P 0 oder aus 3 zarten Schüppchen oder zahlreichen Haaren gebildet; A 3, frei oder verwachsen. ♀ B : P wie ♂, G $\underline{1}$. Frucht nuss- oder steinfruchtartig. 15 Arten in der gemässigten und warmen Zone.

Typha. P aus zahlreichen Haaren gebildet. Staubfäden am Grunde verwachsen. Frucht nussartig, von dem bleibenden Griffel und der Narbe gekrönt. B in langen, cylindrischen Kolben, welche oben die ♂ unmittelbar an der Hauptaxe, unten die ♀ theils an der Hauptaxe, theils an kurzen Seitenzweigen tragen.

Sparganium. P aus 3 zarten Schüppchen gebildet. Staubfäden frei. Narbe von der steinfruchtartigen Frucht abfallend. Blüthenstände in kugeligen Aehren, die seitlich und terminal am oberen Theile des einfachen oder verzweigten Stengels sitzen, die ♀ unten, die ♂ oben.

Die Blätter von Typha dienen als Binde- und Flechtmaterial, sowie zum Dichtmachen der Fässer. 13 Arten in tertiären Schichten.

634. (Fam. 68.) Aroideae. Halbsträucher oder meistens Kräuter mit oft kriechenden oder knollenförmigen Wurzelstöcken. Stamm bald sehr verkürzt, bald verlängert, kletternd und mit Luftwurzeln. Blätter meist grundständig, alternirend 2zeilig oder spiralig, meist gestielt, häufig pfeil- oder herzförmig, vorherrschend netzaderig, an der Blattstielbasis scheidig. B sehr klein, ohne entwickelte Tragblätter, zu einer Aehre mit fleischiger Axe (Kolben, spadix) vereinigt, ♂ und ♀ oder ⚥, ihre Formel P 0—6, A (1—9), G $\underline{(1-6)}$. Kolben bald ganz mit B bedeckt (Acorus), bald oben nackt (Arum). Antheren fast sitzend, mit meist sehr breitem Connective. Fruchtknoten 1—3fächerig, mit einer oder mehreren, orthotropen oder anatropen Samenknospen. Frucht meist beerenartig, ein- oder mehrsamig. Die 500 in den Tropen und gemässigten Zonen vorkommenden Arten bilden eine der natürlichsten, aber wegen ihrer Formenmannigfaltigkeit schwierig zu charakterisirenden Familien. 1 tertiäre Art. Viele Arten sind giftig.

1. Araceae. B ♂ und ♀, die ♀ im unteren Theile des Kolbens. P 0.

Arum. Kolben mit grosser, gefärbter oder grüner, tutenförmiger Scheide. ♀ B von den ♂ durch Zwischenraum getrennt, über den ♂ noch eine Anzahl unfruchtbarer. Nacktes Kolbenende meist keulig angeschwollen. A. maculatum L. Knolliger Wurzelstock früher officinell; giftig.

Amorphophallus campanulatus Bl. (Madagascar) und A. giganteus Bl. (Ostindien) besitzen Kolben von 1 Fuss Länge; Wurzelknollen als Nahrungsmittel. — Colocasia esculenta Schott ist in Ostindien und auf den Südseeinseln heimisch und wird dort, wie im tropischen Amerika, cultivirt, da die stärkemehlhaltigen Wurzelstöcke nach Entfernung des scharfen, giftigen Stoffes durch Rösten oder Kochen ein sehr wichtiges Nahrungsmittel bilden. Aehnlich werden C. antiquorum Schott, C. macrorrhiza Schott u. a. Arten verwendet. — Caladium, hauptsächlich in Brasilien, der bunten Blätter wegen beliebte Zierpflanzen; manche

mit essbaren Wurzelstöcken. — Philodendron, mit kletterndem Stamme und gelappten, oft durchlöcherten Blättern; beliebte Zierpflanzen aus dem tropischen Amerika. — Richardia aethiopica (Calla aethiopica), bekannte Zierpflanze mit weisser, tutenförmiger Scheide; Afrika.

2. Orontieae. B ☿, bald mit, bald ohne P, die Axe des Blüthenstandes ganz bedeckend.

Calla. P 0. Kolben mit grosser, flacher, innen weiss gefärbter Scheide. Fruchtknoten 1fächerig. Frucht eine fleischige (rothe) Beere (Blätter herzförmig).

Acorus. P 6, seine Blätter grünlich, mit der Spitze eingebogen. Kolben mit schwertartiger, dem zusammengedrückten Aehrenstiele ähnlicher, scheinbar die Fortsetzung desselben bildender Scheide. Fruchtknoten 3fächerig. Frucht eine saftlose Beere (Blätter schwertförmig). A. Calamus L. Officineller Wurzelstock (Rhizoma Calami, Kalmus — Bestandtheile: ätherisches Oel, scharfes Weichharz und Acorin, der bittere Extractivstoff — Verwechselung mit dem Wurzelstocke von Iris Pseudacorus, der aber ringsum, Rhiz. Calami nur auf der Unterseite mit Nebenwurzeln oder deren Narben).

635. (Fam. 69.) Pistiaceae. Kleine, auf dem Wasser schwimmende, einem kleinen Wirsing-Krautkopfe vergleichbare Pflanzen mit verkürzter Axe und in Rosetten stehenden, keilförmigen bis kreisrunden, meist sitzenden, oft schwammigen und mit grossen Lufthöhlen versehenen Blättern. Kolben verkürzt, mit nur einer ♂ und einer ♀ B, beide mit kleinem P, die Scheide mit dem Kolben verwachsen. 3 Arten in der Tropenzone, namentlich in Amerika und Ostindien.

636. (Fam. 70.) Pandaneae. Bäume mit gewöhnlich verzweigten, häufig kletternden, selten niederliegenden, durch mächtige Luftwurzeln gestützten Stämmen und spiralig gestellten, langen, bandartigen, am Rande gewöhnlich stachelig gezähnten Blättern. B monöcisch oder diöcisch, einfache oder verzweigte Kolben bildend. P 0. Fruchtknoten einfächerig. Kolben zu einer Scheinfrucht werdend. 60 Arten in den Tropen der östlichen Hemisphäre, besonders in Küstenwäldern. 7 Arten vom Jura bis zum Tertiär.

Die Früchte mehrerer Arten sind essbar. Die festen Fibrovasalstränge der Blätter liefern dauerhafte Gespinnstfasern. — Pandanus odoratissimus L., P. utilis Bory etc.

637. (Fam. 71.) Cyclanthaceae. Oft mit den Pandaneen vereinigt, von denen sie sich durch das oft vorhandene P und die fächer- oder fiederförmig getheilten Blätter unterscheiden. 15 central- und südamerikanische Arten.

Carludovica palmata R. et P. (Neugranada etc.), mit verkürztem Stamme, liefert in den Blättern das Flechtmaterial zu Panamahüten.

638. (Fam. 72.) Palmae. Meist Bäume mit gewöhnlich einfachem, säulenförmigem Stamme von häufig beträchtlicher Höhe, die Blätter im dichten Büschel auf dem Gipfel tragend, manchmal mit Luftwurzeln, häufig mit den Resten abgefallener Blätter bedeckt. Andere mit niederliegenden oder sehr verkürzten, noch andere (Calamus) mit rohrartigen, schlanken, häufig kletternden Stämmen. Blätter mit scheidenförmiger, stengelumfassender Stielbasis, fieder- oder fächerförmig zertheilt. B in achsel- oder endständigen, von meist lederigen Scheiden umschlossenen Rispen oder Aehren, äusserst zahlreich, klein, mit oder ohne Deckblätter, monöcisch oder diöcisch, selten ☿, ihr Typus P 3 + 3, A 3 + 3, G (3). Die 3 (selten 2 oder 1) Fruchtblätter bald getrennte einfächerige, bald einen einzigen 1—3fächerigen Fruchtknoten bildend. Samenknospen meist einzeln in den Fächern, anatrop. Frucht vom bleibenden P gestützt, 1—3fächerig, beeren- oder steinfruchtartig, von sehr verschiedenem Baue des Endocarps. Same mit

der Fruchthülle oft innig verwachsen, mit grossem, in der Mitte oft hohlem, mehr oder weniger festem, selbst knochenhartem Endosperm. 1000 (?) Arten, mit wenigen Ausnahmen der heissen Zone angehörend, vorzüglich in Amerika und auf den Sundainseln, nur wenige von grösserer geographischer Verbreitung (z. B. Cocospalme), die meisten mit sehr beschränktem Vorkommen. Zahlreiche Arten finden in den Heimathländern eine mannigfache Anwendung in Haushalt und Gewerbe.

639. Phoenix dactylifera L., Dattelpalme, in Nordafrika heimisch und dort, sowie in Spanien, cultivirt; liefert essbare Früchte und Bauholz. Officinell Datteln (Dactyli — Bestandtheil: Zucker). —

Cocos nucifera L., Cocospalme; Inseln und Küsten des indischen und stillen, seltener des atlantischen Oceans: ölreiche Samen (Cocosnüsse) als Nahrungsmittel wichtig, das Oel derselben zu verschiedenen technischen Zwecken; das Mesocarp der grossen Steinfrüchte zu Gespinnstfasern (Tauen, Matten, Bürsten etc.) benutzt; ferner Bauholz, aus dem Safte der unentwickelten Blüthenstände Palmenwein, in den jungen Blättern Gemüse (Palmenkohl) liefernd. — Metroxylon Rumphii Mart. (Sundainseln) liefert im Marke des Stammes Sago. — Attalea funifera Mart., Südamerika: die Fasern der Blattstiele liefern den als „Piassava“ in den Handel kommenden, zu festen Tauen etc. verarbeiteten Gespinnststoff. — Elaeis guineensis L., Oelpalme, Westafrika, liefert in dem Mesocarp der Früchte das werthvolle afrikanische Palmenöl. — Calamus Draco Willd., Drachenblutpalme; Sundainseln, Ostindien; aus den Früchten wird das officinelle Drachenblut (Sanguis Draconis — Bestandtheile: Harz, Benzoësäure) gewonnen. C. Rotang L. und andere Arten Ostindiens und Hinterindiens liefern in ihren Stämmen das spanische Rohr. — Phytelephas macrocarpa R. et P., Südamerika; das steinharte Endosperm der Samen als „Steinnuss, Elfenbeinnuss oder vegetabilisches Elfenbein“ zu Drechslerarbeiten benutzt. — Euterpe edulis Mart., E. oleracea Mart. (Brasilien), Oreodoxa oleracea Mart. (Westindien) und zahlreiche andere Palmen liefern in den zarten Gipfelknospen den als Gemüse geschätzten Palmenkohl. — Areca Catechu L., Ostindien; Arecanüsse mit Blättern von Piper Betle den Eingeborenen als Kaumittel dienend. — Mauritia flexuosa L., Südamerika, liefert Stärkemehl, Palmenwein und Flechtwerk, M. vinifera Mart., Weinpalme (Brasilien) Palmenwein. — Borassus flabelliformis L., Palmyrapalme, Ostindien, liefert Bauholz, Palmenwein („Toddy“), Flechtwerk; Blätter früher statt des Papieres zum Schreiben benutzt. — Caryota urens L. (Ostindien) liefert Sago. — Copernicia cerifera Mart. (Brasilien) und Ceroxylon andicola HBK, Wachspalme (Anden), liefern ein harziges Wachs, das bei letzterer den Stamm überzieht und zu Kerzen verarbeitet wird (§ 80).

Palmen treten angeblich zum ersten Male in der Steinkohle auf (Fasciculites, Palaeospathe). Sicher ist ihr Erscheinen während der Kreideperiode (Flabellaria). Die meisten Arten finden sich im Tertiär, in der Braunkohle oft in grösseren Stammstücken (Palmacites etc.). Im Ganzen werden circa 80 fossile Arten in 13 Gattungen unterschieden.

40. Ordnung. Glumaceae.

B in Aehren oder Rispen, klein, unanschnlich, meist von schuppenartigen Hochblättern umschlossen. P 0 oder verkümmert. Samen mit der Fruchtschale verwachsen, mit reichlichem, mehligem Endosperm und kleinem, geradem Embryo.

640. (Fam. 73.) Gramineae. Gräser. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten baumartig (Bambusa). Stengel (Halm) knotig-gegliedert, einfach oder ästig, meistens rund, selten kantig, oft mit Ausläufern (z. B. Triticum repens, Quecke); die Glieder oft hohl, die Knoten gewöhnlich angeschwollen. Blätter 2zeilig, in der Regel schmal-linealisch, mit langer, oft mehrere Internodien einhüllender, meistens offener Scheide, die da, wo sie in die Spreite übergeht, ein Ligulargebilde, das Blatthäutchen, trägt, dessen Form und Grösse in manchen Gattungen charakteristische Artenmerkmale geben. B in Aehrchen, die ihrerseits ährenartige Blüthenstände

(zusammengesetzte Aehren — § 155 No. 7) oder Rispen (zusammengezogene, ährenförmige Rispen — § 155 No. 8 und echte Grasrispen) bilden. Die einzelnen, ein- bis mehrblüthigen Aehrchen tragen 2zeilig geordnete, spelzenartige Deckblätter, in deren Achseln die Blüthen stehen, von denen jedoch die untersten 2—4 meistens unfruchtbar sind und als Hüllblätter (Hüllspelzen, Klappen, Balg, Kelch — glumae oder valvae) bezeichnet werden. Das in seiner Achsel die Blüthe tragende Deckblatt (Deckspelze, untere Kronspelze, palea inferior) ist von derberer Beschaffenheit und häufig begrannt. Ihm gegenüber und etwas höher steht das in der Regel 2kielige Vorblatt (Vorspelze, obere Kronspelze, palea superior) der Blüthe, das sich durch zarte, häutige Textur auszeichnet. P 0 oder rudimentär in Form häutiger oder fleischiger Schüppchen (lodiculae), von denen dann gewöhnlich nur die 2 seitlichen des inneren Kreises ausgebildet sind. A 3 + 0, selten 3 + 3 oder ∞, oft auch 1—2 Glieder fehlschlagend, die Antheren an beiden Enden zweispaltig ausgeschnitten, in oder nahe der Mitte dem Staubfaden beweglich aufsitzend. G $\underline{1}$, nach anderer Auffassung $\underline{(2-3)}$, einfächerig, mit 2 verschieden gestalteten Narben und einer grundständigen, anatropen Samenknospe. Samenschale mit der Fruchtschale verwachsen (Grasfrucht, Caryopse), oft auch die letztere mit den Spelzen verschmelzend (Hordeum, Oryza). Same mit reichem, mehligem Endosperm. Keimling am Grunde des Eiweisses seitlich, sein Keimblatt (Schildchen) einer grubigen Vertiefung des Endosperms anliegend. 3800 Arten in allen Zonen.

641. Die deutschen Gattungen gruppiren sich in folgender Weise:

I. Unterfam. Panicoideae. Hüllblätter 3—6, manchmal einzelne verkümmert.

1. Gruppe. Oryzeae. Hüllblätter 4, die 2 unteren oder alle öfter verkümmert. Vorblatt mit 1 Mittelnerven. Narben federförmig, an der Seite der Blüthe hervortretend. Frucht von der Seite zusammengedrückt, meist dicht von Deck- und Vorblatt eingeschlossen: Oryza (Leersia).

2. Gruppe. Phalarideae. Hüllblätter 4, die 2 oberen kleiner, zuweilen mit verkümmerten (♂) Blüthen. Deckblatt zuletzt pergament- oder knorpelartig. Vorblatt meist ohne Mittelnerv. Narben an der Spitze der Blüthe vortretend. Frucht mehr oder weniger von Deck- und Vorblatt eng eingeschlossen.

A. In allen Blüthen 3 Staubgefässe; die 2 unteren Hüllblätter gleichlang; Narben fast sprengwedelförmig: Phalaris.

B. In allen Blüthen 2 Staubgefässe; unteres Hüllblatt halb so lang, als das zweite; Narben fadenförmig: Anthoxanthum.

C. Die 2 unteren Blüthen des Aehrchens (in der Achsel der oberen Hüllblätter) ♂, mit 3 Staubgefässen; die oberste Blüthe ☿, mit 2 Staubgefässen; Narben fast federförmig: Hierochloa.

3. Gruppe. Andropogoneae. Hüllblätter 3, die beiden unteren grösser, als das wie Deck- und Vorblatt durchsichtig-häutige, nervenlose dritte. Narben sprengwedelförmig. Frucht von Deck- und Vorblatt lose eingeschlossen.

A. Blüthen eingeschlechtig. ♂ Aehrchen 2blüthig, in einer Rispe am Ende des Halmes; P 2. ♀ Aehrchen 1blüthig, seitlich unten am Halme in von scheidigen Blättern umhüllten Kolben; P 0: Zea.

B. Blüthen ☿: Andropogon.

4. Gruppe. Paniceae. Hüllblätter 3, das unterste kleiner als die beiden oberen, zuweilen verkümmert, alle zarter als Deck- und Vorblatt. Frucht vom Rücken zusammengedrückt.

A. Alle 3 Hüllblätter entwickelt.

1. Alle Verzweigungen des Blüthenstandes Aehrchen tragend: Panicum.

2. Verzweigungen der ährenförmigen Rispe zum Theil ohne Aehrchen und als Borsten die letzteren überragend: Setaria.

B. Unteres Hüllblatt verkümmert: Tragus.

II. Unterfam. Poacideae. Hüllblätter 2, selten eines oder beide verkümmert.

5. Gruppe. Chlorideae. Aehrchen 1-, seltener 2- oder mehrblüthig, von der Seite zusammengedrückt, 2zeilig der unteren Seite einer 3kantigen Aehrenaxe eingefügt. Griffel lang. Frucht von der Seite zusammengedrückt, ohne Furche, lose von Deck- und Vorblatt eingeschlossen: Cynodon.

6. Gruppe. Stipeae. Aehrchen 1blüthig, im Querschnitte rundlich oder vom Rücken etwas zusammengedrückt, in Rispen. Griffel kurz oder fehlend. Frucht spindelförmig, innen schwach gefurcht, von dem erhärtenden Deck- und Vorblatte eng eingeschlossen.

A. Axe des Aehrchens unter der Blüthe nicht verlängert. Deckblatt unbegrannt. P 2: Milium.

B. Axe des Aehrchens unter der Blüthe verlängert. Deckblatt an der Spitze mit einer zweimal geknieten, seine Länge vielmal übertreffenden Granne; P 3: Stipa.

7. Gruppe. Agrostideae. Aehrchen fast immer 1blüthig, mit öfter über die Blüthe hinaus verlängerter Axe, von den Seiten zusammengedrückt, fast immer in Rispen.

A. Griffel lang. Narben aus der Spitze der Blüthe vortretend.

1. Hüllblätter verkümmert oder fehlend.
   a. 2 Narben: Coleanthus.
   b. 1 Narbe: Nardus.
2. Hüllblätter ausgebildet.
   a. Aehrchen in einfacher Aehre, abwechselnd 2zeilig; Hüllblätter kiellos: Chamagrostis (Mibora).
   b. Aehrchen in zusammengezogener, ährenförmiger Rispe: Hüllblätter gekielt.
      * Vorblatt 0 oder verkümmert. P 0. Hüllblätter unten verwachsen, länger als die Blüthe. Deckblatt auf dem Rücken begrannt: Alopecurus.
      ** Vorblatt vorhanden. P meist 2.
         α. Hüllblätter fast gleichlang und länger als die Blüthe: Phleum.
         β. Hüllblätter zusammen kürzer als die Blüthe, das untere kürzer als das obere: Crypsis.

B. Griffel kurz oder fehlend. Narben an der Seite der Blüthe vortretend.

1. Aehrchenaxe am Grunde des Deckblattes kahl oder sehr kurz behaart.
   a. Hüllblätter ziemlich gleichlang, begrannt. Vorblatt stets vorhanden: Polypogon.
   b. Hüllblätter ungleich lang, unbegrannt. Vorblatt öfter fehlend.
      * Unteres Hüllblatt länger. Deckblatt 3nervig: Agrostis.
      ** Unteres Hüllblatt kürzer. Deckblatt 5nervig: Apera.
2. Aehrchenaxe am Grunde des Deckblattes lang behaart.
   a. Unteres Hüllblatt länger, beide viel länger als das Deckblatt: Calamagrostis.
   b. Unteres Hüllblatt kürzer als das obere, beide nur wenig länger als das Deckblatt: Psamma (Ammophila).

8. Gruppe. Avenaceae. Aehrchen 2—mehrblüthig, die obersten Blüthen oft verkümmert. Hüllblätter gross, fast das ganze Aehrchen einschliessend. Deckblatt auf dem Rücken meist mit gedrehter, oft geknieter Granne. P 2. Narben federförmig, am Grunde der Blüthe vortretend.

A. Aehrenaxe, wenigstens der untersten Blüthen, behaart.

1. Deckblatt auf dem Rücken begrannt.
   a. Granne gekniet, unten gedreht, an der Spitze nicht verdickt.
      * Frucht von der Seite zusammengedrückt, ungefurcht: Trisetum. (Avena flavescens L.)
      ** Frucht halbstielrund oder vom Rücken zusammengedrückt, innen meist gefurcht.
         α. Aehrchen 2- oder mehrblüthig. Deckblatt 2spitzig. Perigonblätter 2spaltig. Fruchtknoten an der Spitze behaart. Aehrchen ziemlich gross.
            † Untere Blüthen mit verkümmertem Fruchtknoten. Deckblatt der oberen Blüthen unbegrannt oder unter der Spitze begrannt: Arrhenatherum
            †† Sämmtliche Blüthen ☿, ihr Deckblatt meist auf dem Rücken mit geknieter Granne: Avena.

β. Aehrchen meist 2blüthig. Deckblatt 2spitzig oder 4zähnig. Perigonblätter ungetheilt. Fruchtknoten kahl: Aira.

b. Granne an der Spitze verdickt; Deckblatt an der Spitze ganzrandig; Fruchtknoten kahl; Perigonblätter 2spaltig: Corynephorus (Weingaertneria).

2. Deckblatt unbegrannt, 2- oder 3spitzig: Sieglinga (Triodia).

B. Aehrenaxe kahl. Obere Blüthe meist ♂, ihr Deckblatt begrannt, das der unteren unbegrannt. Frucht von der Seite zusammengedrückt, ungefurcht: Holcus.

9. Gruppe. Pappophoreae. Aehrchen 2—mehrblüthig. Deckblatt an der Spitze 3—vielspaltig oder -zähnig, die Spitzen oder Abschnitte der Zähne meist begrannt: Sesloria.

10. Gruppe. Arundineae. Aehrchen der Anheftungsfläche ihrer Stiele parallel, meist mehrblüthig. Hüllblätter kürzer als die unterste Blüthe. Die zuletzt gliederweise mit den Blüthen abfallende Aehrchenaxe wenigstens unter den oberen Blüthen seidenhaarig. Deckblatt unbegrannt oder an der Spitze begrannt. Fruchtknoten kahl. Griffel ziemlich lang. Narben an den Seiten der Blüthe vortretend. Frucht von Deck- und Vorblatt lose eingeschlossen.

A. Aehrchen 3—7blüthig. Hüllblätter 3nervig. Narben sprengwedelförmig: Arundo (Phragmites).

B. Aehrchen 2—5blüthig. Hüllblätter 1nervig. Narben federförmig: Molinia.

11. Gruppe. Festucaceae. Aehrchen der Anheftungsfläche ihrer Stiele parallel, 2- bis mehr-, selten 1blüthig, die oberste Blüthe oft verkümmert. Hüllblätter kürzer als die unterste Blüthe, Achse derselben fast immer unbehaart. Deckblatt begrannt oder mit gerader oder geschlängelter, nicht gedrehter Granne. Griffel meist kurz oder fehlend. Narben an den Seiten der Blüthen hervortretend. Aehrchen in Rispen.

A. Hüllblätter so lang oder fast so lang als das Aehrchen.

1. Deckblatt unbegrannt, Narbenpapillen ästig. Frucht innen gefurcht (Scheide geschlossen): Melica.

2. Deckblatt stachelspitzig oder begrannt. Narbenpapillen einfach. Frucht ungefurcht: Koeleria.

B. Hüllblätter kürzer als das Aehrchen.

1. Rispenäste spiralig. Aehrchenaxe mit den Vorblättern bleibend, Deckblatt mit der Frucht abfallend: Eragrostis.

2. Rispenäste in halben Quirlen 2zeilig. Aehrchenaxe gliedweise mit den Blüthen abfallend.

a. Narben an der Spitze des Fruchtknotens eingefügt.

* Alle Aehrchen mit Blüthen.

α. Deckblatt gekielt.

† Hüllblätter spitz.

0 Deckblatt begrannt. Scheiden geschlossen: Dactylis.

00 Deckblatt unbegrannt. Scheiden offen: Poa.

†† Hüllblätter stumpf. Scheiden am Grunde geschlossen: Sclerochloa.

β. Deckblatt auf dem Rücken abgerundet.

† Aehrchen länglich bis linealisch. Frucht innen flach oder gefurcht.

0 Aehrchen meist 2blüthig. Frucht innen flach: Catabrosa.

00 Aehrchen mehrblüthig. Frucht innen gefurcht.

× Hüllblätter 1nervig. Deckblatt unbegrannt. Perigonblätter gestutzt. Narbenpapillen ästig. Scheiden geschlossen: Glyceria.

× × Unteres Hüllblatt 1-, oberes 2nervig. Deckblatt unbegrannt oder begrannt. Perigonblätter 2spaltig. Narbenpapillen einfach. Scheiden meist ganz offen: Festuca.

†† Aehrchen rundlich oder herzförmig, von der Seite zusammengedrückt. Frucht beiderseits gewölbt: Briza.

** Ein Theil der Aehrchen ohne Blüthen, eine kammförmige Hülle der fruchtbaren Aehrchen bildend: Cynosurus.

b. Narben unterhalb der Spitze des Fruchtknotens eingefügt: Bromus.

12. Gruppe. Hordeaceae. Aehrchen den Ausschnitten der beiden gegenüber liegenden Seiten einer vierkantigen oder verflachten, hin- und hergebogenen Axe (Spindel) eingefügt. Frucht innen gefurcht. Sonst wie vorige Gruppe.

A. Aehrchen parallel ihrer Anheftungsfläche (also parallel der Spindel) zusammengedrückt, eine Fläche der Axe zuwendend, die Hüllblätter rechts und links von derselben stehend.

1. Aehrchen zu 2—6. Hüllblätter fast gleich, sich mit den Deckblättern kreuzend.
   a. Aehrchen 1-, selten 2blüthig: Hordeum.
   b. Aehrchen mehrblüthig: Elymus.
2. Aehrchen fast immer einzeln. Hüllblätter vor den Deckblättern stehend.
   a. Aehrchen sitzend. Hüllblätter gleich lang: Triticum (erweitert und zwar:)
      * Arten ♃. Hüllblätter mehrnervig, schwach gekielt; die lanzettlichen Deckblätter auf dem Rücken abgerundet: Agropyrum.
      ** Arten ⊙ und ⊙. Hüllblätter bauchig, sehr ungleichseitig, mehrnervig, meist der ganzen Länge nach (bei T. vulgare an der Spitze) scharf gekielt. Deckblätter bauchig, fast gleichseitig, an der Spitze scharf gekielt: Triticum (im engeren Sinne).
      *** Arten ⊙ und ⊙. Hüllblätter pfriemenförmig, gleichseitig, 1nervig, der ganzen Länge nach gekielt. Deckblätter sehr ungleichseitig-gekielt: Secale.
   b. Aehrchen kurz gestielt. Hüllblätter ungleich lang: Brachypodium.

B. Aehrchen von den Seiten, senkrecht zur Spindel der Aehre, zusammengedrückt, das eine Hüllblatt von der Axe abgewendet, das andere (wenn vorhanden) der Axe zugekehrt: Lolium.

642. Wichtigere Arten sind:

Oryzeae: Oryza sativa L., Reis, in Ostindien heimisch, in den gesammten Tropen (und selbst noch in Italien und Ungarn) gebaut. Zizania palustris L., Wasserreis, Canada; Frucht gegessen. — **Phalarideae:** Lygeum spartum L., Esparto, Spanien und Nordafrika; Halme zu Flechtwerk und zur Papierbereitung; wichtiger Handelsartikel. Phalaris arundinacea L. var. picta, Bandgras, häufige Zierpflanze; Ph. canariensis L., Canariengras, Canarische Inseln, liefert Vogelfutter (Canariensame). Anthoxanthum odoratum L., Ruchgras, und Hierochloa odorata Wahlbg., Mariengras, enthalten Coumarin und sind vorzügliche Futtergräser. — **Andropogoneae:** Andropogon Nardus L. und andere ostindische Arten sind durch wohlriechende ätherische Oele ausgezeichnet (Radix Vetiveriae s. Iwarancusae von A. muricatus Retz.). Zea Mays L., Mais, türkischer Weizen, im wärmeren Amerika heimisch, namentlich in Amerika als Mehlpflanze, sowie auch als Grünfutter gebaut. Sorghum vulgare Pers., Dhurra, Mohrenhirse, in Afrika gebaut; S. saccharatum Pers. in Asien und Nordamerika zur Zuckerbereitung cultivirt. Saccharum officinarum L., Zuckerrohr, seines Gehaltes an Rohrzucker wegen in den gesammten Tropen gebaut. — **Paniceae:** Panicum miliaceum L., Hirse, in Indien heimisch, als Getreidepflanze gebaut. Setaria italica P. B., Kolbenhirse, ebenfalls in Südeuropa als Getreidepflanze cultivirt. Penicillaria spicata Willd., ostindische und aegyptische Getreidepflanze. — **Chlorideae:** Eleusine coracana Gärtn. u. a. A. in Indien und Afrika der Früchte wegen gebaut. Dactylis glomerata L., Knäuelgras, gutes Wiesengras. — **Stipaceae:** Stipa pennata, mit langer, federartiger Granne, als Zierpflanze manchmal cultivirt; S. tenacissima L., in Spanien zu Flechtwerk benutzt. — **Agrostideae:** Phleum pratense L., Timotheegras, Alopecurus pratensis L., Fuchsschwanzgras, Agrostis vulgaris L., Fioringras u. a. A. sind vorzügliche Wiesengräser. — **Avenaceae:** Avena sativa L., Saathafer, Vaterland unbekannt, als Getreidepflanze oft mit A. orientalis Schreb., Fahnenhafer, A. nuda L., Nackthafer u. A. strigosa Schreb., Sandhafer, gebaut. A. fatua L., Flughafer, Unkraut unter der Saat. Andere Arten der Gattung, sowie Arrhenatherum elatius M. et K., französisches Raygras, Holcus lanatus L., Honiggras, sind gute Wiesengräser. — **Arundineae:** Arundo Phragmites L. (Phragmites communis Trin.), Rohr, Dachrohr, Teichrohr: die Halme zum Beschlagen der Zimmerdecken etc. beim Bauen dienend. Arundo Donax L., Mittelmeerländer, die Halme technisch verwendet. Gynerium argenteum Nees, Pampasgras, Südamerika; Zierpflanze. — **Festucaceae:** Arten der Gattungen Festuca, Schwingel, Poa, Rispengras, Briza media, Zittergras, Cynosurus cristatus L., Kammgras etc. sind vorzügliche Futtergräser. Bromus secalinus L., Roggentrespe, lästiges Unkraut auf Getreideäckern. — **Hordeaceae:** Hierher die wichtigsten Getreidearten (in zahlreichen Spielarten), deren Vaterland vielleicht Westasien: Triticum vulgare Vill., gemeiner Weizen, T. turgidum L., englischer W., T. durum Desf., Bartweizen, T. dicoccum Schrank, Emmer, T. Spelta L., Spelz, Dinkel, T. monococcum L., Einkorn, T. polonicum L., polnischer W., Gommer; Secale cereale L., Roggen; Hordeum vulgare L., gemeine Gerste, H. hexastichon L., sechszeilige G., H. distichum L., zweizeilige G., H. zeocriton L., Pfauen- oder Reisgerste. — Der Wurzelstock von Triticum repens L. (Agropyrum — Quecke) ist officinell (Rhizoma Graminis — Bestandtheile: Mannit, Gummi etc.). Lolium perenne L., englisches Raygras, ist vorzügliches Wiesengras; L. temu-

lentum L., Taumelloch, giftig? — **Bambuseae:** Bambusa arundinacea L., Bambusrohr, tropisches Asien, dient nebst anderen Arten zu zahlreichen technischen Zwecken.

Fossile Gramineen wurden aus 8 Gattungen mit circa 60 Arten, sämmtlich dem Tertiär angehörend, beschrieben.

643. (Fam. 74.) Cyperaceae. Halb-, Schein- oder Riedgräser. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, oft mit kriechendem Wurzelstocke, der mit schuppigen Niederblättern besetzt ist. Stengel oft dreikantig, mit sehr verlängertem letzten Internodium, daher scheinbar ungegliedert. Blätter dreizeilig, mit geschlossenen Scheiden. B ☿ oder monöcisch, selten diöcisch, in ein- oder mehrblüthigen Aehrchen, die Aehren oder Rispen bilden, ohne Vorblatt, aber mit spelzenartigem Deckblatt. P 0 oder aus Borsten gebildet, A meist 3 + 0, G (2) oder (3), einfächerig, mit einer grundständigen, anatropen Samenknospe und 2—3 Narben. Frucht eine Caryopse. Same mehr oder weniger mit der Fruchtschale verwachsen, mit reichem, mehligem Endosperm. Keimling im Grunde des Eiweisses, aber von diesem allseitig umschlossen. Ueber die ganze Erde verbreitete Familie mit 2000 Arten.

644. Deutsche Gattungen sind:

I. Unterfam. Cariceae. Blüthen monöcisch, selten diöcisch; ♂ B in der Achsel von Deckblättern in einfacher Aehre. ♀ B auf einem kurzen, aus der Achsel des Deckblattes entspringenden Zweige, der wieder seinerseits ein Deckblatt trägt, welches den Fruchtknoten vollständig (als Schlauch, utriculus) einschliesst. P 0. Carex L.

II. Unterfam. Scirpeae. B ☿, in der Achsel von zweizeilig oder spiralig gestellten Deckblättern zu Aehrchen geordnet, die ihrerseits wieder zusammengesetzte Blüthenstände bilden. P 0 oder aus 3 + 3 Borsten oder zahlreichen Haaren gebildet. A 3 + 0 oder 3 + 3.

A. Deckblätter 2zeilig.
  1. Aehrchen vielblüthig, meist alle Deckblätter Blüthen in der Achsel tragend. P 0. Griffel am Grunde nicht verdickt: Cyperus.
  2. Aehren wenigblüthig, untere 3—6 Deckblätter ohne Blüthe und kleiner. Perigonborsten 1—6. Griffel am Grunde verdickt: Schoenus.

B. Deckblätter spiralig.
  1. Aehrchen wenigblüthig, die 3—4 untersten Deckblätter ohne Blüthen und kleiner.
    a. P 0; die obersten 2 Deckblätter mit B, deren untere ♂; Griffel von der nicht zusammengedrückten Frucht grösstentheils abfallend: Cladium.
    b. Perigonborsten 9—13; die 2—3 obersten Deckblätter mit ☿ B; unterer Theil des Griffels auf der zusammengedrückten Frucht stehen bleibend: Rhynchospora.
  2. Aehrchen mehrblüthig, das unterste oder einige der unteren Deckblätter ohne Blüthen, aber so gross oder grösser als die übrigen.
    a. P 0 oder meist aus 6 rauhen Borsten bestehend, die Deckblätter nicht überragend: Scirpus.
    b. P aus 4—6 oder sehr zahlreichen, zuletzt die Deckblätter weit überragenden, einen wolligen Schopf bildenden Haaren bestehend: Eriophorum.

645. Die meisten Cyperaceen wachsen an feuchten, sumpfigen Orten und sind durch starre, schneidende Blätter ausgezeichnet. Auf Wiesen werden sie nicht gerne gesehen, da sie in der Regel die Futtergräser rasch verdrängen. Viele auf Mooren vorkommende Arten sind Torfbildner. Officinell ist das Rhizom von Carex arenaria L., Sandsegge (Rhizoma Caricis — Bestandtheile: kratzender Extractivstoff, Harz). Scirpus lacustris L., Teichbinse, liefert in den langen Halmen Material zu Flechtwerk. Die Wolle von Eriophorum wird manchmal als Pack- und Polstermaterial benutzt. Cyperus esculentus L., Mittelmeergebiet, besitzt am Wurzelstocke essbare, stärkereiche Knollen und wird daher auch gebaut. C. Papyrus L. (Papyrus antiquorum Willd.) ist die im tropischen Afrika heimische Papyrusstaude, von welcher

das in Streifen geschnittene und kreuzweise über einander gepresste, markige Gewebe der Halme im Alterthum als Papier benutzt wurde.

Fossile Cyperaceen, 3 Gattungen mit 50 Arten (davon 8 Cyperus und 11 Carex), finden sich im Tertiär.

41. Ordnung. Enantioblastae.

Samenknospe orthotrop, der Keimling daher an der Spitze des Endosperms dem Nabel gegenüber.

646. (Fam. 75.) Centrolepideae. Zwergige Kräuter mit grundständigen, grasartigen Blättern. B in end- oder seitenständigen Aehren, die ♂ auf 1 Staubgefäss, die ♀ auf 1 Fruchtknoten reducirt. 30 australische Arten.

647. (Fam. 76.) Restiaceae. Kräuter oder Halbsträucher von binsenartigem Habitus. Blätter mit stengelumfassenden, offenen Scheiden, oft ohne Spreite. B in Aehren, Trauben oder Rispen. P 3 + 3 oder 2 + 2, spelzenartig; A 2—3, frei oder verwachsen; $G\underline{(2)}$ oder $\underline{(3)}$, 2—3fächerig. 180 Arten der südöstlichen Hemisphäre, vorzüglich am Cap.

648. (Fam. 77.) Eriocauloneae. Sumpfkräuter mit B in Köpfchen, wie bei den Compositen. B monöcisch. P 3 + 3 oder 2 + 2, oft ein Kreis verkümmert. A 0 + 3 oder 3 + 3 oder 0 + 2. $G\underline{(3)}$ oder $\underline{(2)}$, 2—3fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. 300 Arten in der heissen Zone, vorzüglich in Amerika und Neuholland.

649. (Fam. 78.) Xyrideae. Sumpfkräuter mit schwert- oder fadenförmigen, grundständigen Blättern. B ☿. P 3 + 3, der innere Kreis corollinisch, am Grunde oft verwachsen. A † 3 + 3 oder 0 + 3. $G\underline{(3)}$, einfächerig, vielsamig. 70 Arten der heissen Zone, besonders in Amerika.

650. (Fam. 79.) Commelinaceae. Einjährige oder ausdauernde Kräuter mit abwechselnd gestellten, einfachen, am Grunde scheidigen Blättern. B * oder ↑, ihr Typus P 3 + 3, A 3 + 3, $G\underline{(3)}$. Der äussere Perigonkreis kelchartig. Staubgefässe oft zum Theil abortirt oder als Staminodien. Fruchtknoten gewöhnlich dreifächerig. Samenknospenzahl verschieden. 350 Arten der heissen Zone.

Arten der Gattungen Tradescantia und Commelina werden oft als Zierpflanzen cultivirt.

42. Ordnung. Liliiflorae.

B meist * und ☿, den Typus der Monocotylenblüthe P 3 + 3, A 3 + 3, $G\underline{(3)}$ oder $\overline{(3)}$ repräsentirend. P meist ansehnlich, beide Kreise corollinisch, seltener der äussere oder beide calycinisch. Fruchtknoten meist 3fächerig. Embryo vom Endosperm umschlossen.

651. (Fam. 80.) Juncaceae. Grasähnliche, einjährige oder perennirende Kräuter mit meist halmartigen Stengeln und spiralig gestellten, schmalen oder stielrunden Blättern mit scheidigem Grunde. B in Spirren, ☿, *. P 3 + 3, beide Kreise trockenhäutige, spelzenartige Blätter zeigend, A 3 + 3, selten 3 + 0; $G\underline{(3)}$ mit 1 Griffel und 3 fadenförmigen Narben. Samenknospe anatrop. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer 3klappig. Samenschale dünn, am Grunde oder an der Spitze oft mit beutelförmigem Anhängsel. Keimling in der Nähe des Nabels. 250 Arten der gemässigten Zonen.

Juncus: Kapsel 3fächerig, mehrsamig. Samenschale ohne Anhängsel.

Luzula: Kapsel 1fächerig, 3samig. Samenschale mit beutelförmigem Anhängsel.

Halme einzelner Juncus-Arten oft zu Flechtwerk dienend, ebenso als Stroh benutzt. Aus den tertiären Schichten kennt man 3 Arten der Gattung Juncus.

652. (Fam. 81.) Liliaceae. Stauden, meist Zwiebel-, selten Knollengewächse. B meist gross, P in beiden Kreisen corollinisch. Kapsel 3fächerig. Keimling in der Axe des fleischigen oder knorpeligen Endosperms. Sonst wie vorige Familie. 1600 Arten in der gemässigten und warmen Zone, besonders in den Mittelmeerländern, am Cap und in Neuholland.

I. Unterfam. Narthecioideae. P etwas derb. Staubbeutel nach innen aufspringend. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer (loculicid) dreiklappig. Samenschale am Grunde und an der Spitze mit beutelförmiger Aussackung. Narthecium.

II. Unterfam. Melanthieae (Colchicaceae). Staubbeutel meistens nach aussen aufspringend. Fruchtblätter an der Spitze getrennt. Kapsel gewöhnlich durch Scheidewandspaltung (septicid) aufspringend.

A. P einblätterig, mit langer enger Röhre, der glockenförmige Saum 6lappig: Colchicum.
B. P 6blätterig.
 1. Staubbeutel nierenförmig, durch eine längs des Scheitels verlaufende Querspalte mit 2 Klappen aufspringend, die dann zusammen eine rundliche Platte bilden. Fruchtblätter nur an der Basis verwachsen: Veratrum.
 2. Staubbeutel pfriemenförmig, mit 2 seitlichen Längsspalten aufspringend. Fruchtblätter bis zur Mitte verwachsen: Teffieldia.

III. Unterfam. Lilieae. Staubbeutel nach innen aufspringend. Kapsel sich loculicid öffnend.

A. Perigonblätter verwachsen.
 1. P röhrig-glockig, 6spaltig; Griffel kurz; Narbe ungetheilt: Hyacinthus.
 2. P krugförmig, 6lappig oder -zähnig; Griffel fadenförmig; Narbe 3lappig: Muscari.
B. Perigonblätter getrennt.
 1. Perigonblätter am Grunde mit Nectargruben.
  a. Perigonblätter abfallend. Staubbeutel vorne über dem Grunde befestigt. Samen in jedem Fache zahlreich.
   * Perigon glockenförmig. Honiggrube rundlich oder länglich. 3 Narben: Fritillaria.
   ** Perigon abstehend oder zurückgerollt. Honiggrube eine Längsfurche. Narbe 3seitig: Lilium.
  b. Perigonblätter bleibend. Staubfaden in einer canalartigen Vertiefung des Mittelbandes eingefügt. Samen in jedem Kapselfache wenige: Gagea.
 2. Perigonblätter ohne Nectargruben.
  a. Staubfäden in einer canalartigen Vertiefung des Mittelbandes eingefügt. Narbe sitzend, 3lappig: Tulipa.
  b. Staubbeutel am Rücken befestigt. Griffel vorhanden.
   * Blüthenstiel ungegliedert.
    α. Griffel auf der Spitze des Fruchtknotens stehend. Blüthenscheide fehlt.
     0 Perigonblätter abfallend (blau): Scilla.
     00 Perigonblätter bleibend (weiss, aussen grünlich, oder gelb): Ornithogalum.
    β. Griffel in einer Vertiefung des Fruchtknotens entspringend. Blüthenstand vor der Blüthezeit in eine Scheide eingeschlossen: Allium.
   ** Blüthenstiel gegliedert: Anthericum.

IV. Unterfam. Smilaceae (Asparageae). Staubbeutel nach innen aufspringend. Frucht eine Beere. Blüthen manchmal durch Verkümmerung 2häusig.

A. Alle Blüthenkreise 4- (seltener 3- oder 5-) zählig.
 1. Staubgefässe 8. Am Stengel 4 grosse Laubblätter im Quirl: Paris.

2. Staubgefässe (bei unserer Art) 4; P tief 4spaltig. Am Stengel 2 grosse Laubblätter wechselständig: Majanthemum.

B. Blüthenkreise 3zählig.

1. Blüthen ☿.
    a. P röhrenförmig. Staubgefässe in der Mitte der Röhre eingefügt: Polygonatum.
    b. P glockenförmig, Staubgefässe dem Grunde eingefügt: Convallaria.
    c. P bis zur Basis 6theilig, die äusseren Blätter am Grunde sackartig vertieft: Streptopus.
2. B durch Fehlschlagen 2häusig, mit gegliedertem Stielchen. P tief 6theilig: Asparagus.

653. Wichtigere Arten sind:

Melanthieae: Colchicum autumnale L., Herbstzeitlose: officinell sind die Knollen und Samen (Bulbus s. Tuber et Semen Colchici, Bestandtheile: Colchicin). Veratrum album L., Germer, Alpenwiesen Europas und Asiens; officinell der Wurzelstock (Rhizoma Veratri s. Hellebori albi — Bestandtheile: Veratrin, Jervin etc.). Sabadilla officinarum Brandt, Mexiko, die Früchte und Samen officin. (Fructus Sabadillae — Bestandtheile: Veratrin, Sabadillin, Sabatrin und Fett etc.). — Lilieae: Arten von Tulipa, Hyacinthus, Lilium, Fritillaria, Hosta, Hemerocallis etc. sind bekannte Zierpflanzen. Küchengewächse sind Allium Schoenoprasum L., Schnittlauch, A. Ascalonicum L., Schalotte (Orient), A. Cepa L., Zwiebel (Orient), A. sativum L., Knoblauch (Orient), A. Porrum L., Porre, etc. Scilla maritima L., Mittelmeergebiet, die Zwiebel officin. (Bulbus Scillae — Bestandtheile: Scillitin, Bassorin, Zucker, oxalsaurer Kalk etc.). Aloë soccotrina Lam., Ostafrika, A. africana Mill., A. arborescens DC., A. spicata Thunb., A. Lingua Thunb., Cap, und andere Arten liefern aus dem Safte der Blätter die officinelle Aloë (Bestandtheile: Aloëbitter und Aloïn). Yucca gloriosa L. (Nordamerika) Zierpflanze, Y. filamentosa L. (Nordamerika), Gefässbündel der Blätter zu Geweben verwendet. Phormium tenax Forst., neuseeländischer Flachs (Neuseeland), die Fasern der schilfartigen Blätter zu dauerhaften Geweben, Schiffstauen etc. verarbeitet. — Smilaceae: Smilax medica Schl., S. syphilitica und andere amerikanische, zum Theil unbekannte Arten der Gattung sind die Stammpflanzen der Sarsaparille (Radix Sarsaparilla — Bestandtheile: Smilacin, Stärke etc.). Asparagus officinalis L., Spargel, bekannte Gemüsepflanze, deren junge Sprosse gegessen werden. Dracaena Draco L., Drachenbaum, canarische Inseln, Baum von bedeutendem Stammdurchmesser (§ 124); manche Arten dieser, sowie der verwandten Gattung Cordyline, sind wegen ihres palmenartigen Wuchses und der oft röthgefärbten Blätter beliebte Zimmerpflanzen. Die Gattung Ruscus, in Südeuropa heimisch, besitzt blattartige Zweige, die in der Achsel kleinerer Blätter die unscheinbaren Blüthen versteckt tragen.

Fossile Lilieen sind zuerst aus dem Buntsandstein (Yuccites) bekannt; die bis zum Tertiär gehenden 12 Arten, welche 5 Gattungen zuertheilt werden, gleichen sämmtlich den baumartigen Formen aus der Gruppe der Dracaenen und Verwandten. Smilaceen unterscheidet man 50 Arten in 3 Gattungen, die meisten zu Smilax gehörend (45) und alle in tertiären Schichten.

654. (Fam. 82.) Amaryllideae. Von den Liliaceen durch den unterständigen Fruchtknoten verschieden. Perigon oft mit Nebenkrone. Frucht meistens eine loculicid aufspringende Kapsel. B bei einzelnen Gattungen ↑ (Alstroemeria). 400 Arten in der warmen und gemässigten Zone.

A. Staubgefässe der Perigonröhre eingefügt. Perigon regelmässig 6theilig, mit Nebenkrone: Narcissus.

B. Staubgefässe dem Blüthenboden eingefügt.

1. Perigon mit 6 ziemlich gleichen Blättern. Staubbeutel nicht zugespitzt: Leucojum.
2. Aeussere 3 Perigonblätter aufrecht abstehend, viel länger als die 3 inneren, ausgerandeten, aufrechten. Staubbeutel zugespitzt: Galanthus.

Galanthus und Leucojum (Schneeglöckchen), ferner Arten von Narcissus, sind häufige Gartenzierpflanzen, wie auch viele Amaryllis-Arten, Clivia etc. in Zimmern gezogen werden. Agave americana L., in Mexiko heimisch, in Südeuropa und den Tropen vielfach angepflanzt, zeichnet sich, wie die anderen Arten der Gattung, durch die dicken, stacheligen Blätter aus, die in grundständiger Rosette den kurzen Stamm bedecken, welcher erst nach vielen Jahren (Mexiko in 8—16, Südeuropa 10—20, in Glashäusern 40—80 Jahren) den oft 12 Meter hohen Blüthenschaft entwickelt. Der gegohrene Saft dieser, sowie anderer Arten, ist

die „Pulque“, das Nationalgetränk der Mexikaner. Die Fasern werden zu dauerhaften Gespinnsten verschiedener Art verwendet.

Im Tertiär ist Agavites mit einer Art bekannt.

Die kleine, oft mit den Amaryllideen vereinigte Familie der Hypoxideen ist hauptsächlich am Cap heimisch. Sie unterscheidet sich namentlich durch beerenartige Früchte und Samen mit einem schnabelförmigen Anhängsel.

655. (Fam. 83.) Irideae. Ausdauernde Kräuter mit oft knolligen Wurzelstöcken oder sogenannten Knollenzwiebeln (Crocus, Gladiolus). Blätter abwechselnd, grundständig, oft 2zeilig, meistens schwertförmig, reitend. B *, selten ↑, ⚥, mit dünnhäutigen, scheidenartigen Hochblättern im Blüthenstande. P 3 + 3, A 3 + 0, G $\overline{(3)}$. Perigon corollinisch, am Grunde zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 3fächerig, mit 1 Griffel und 3 oft blumenblattartigen (Iris) oder tutenförmig-röhrigen (Crocus) Narben. Kapsel 3fächerig, vielsamig, fachspaltig aufspringend. Keimling in der Axe des hornigen oder fleischigen Eiweisses. 600 Arten in den gemässigten und warmen Zonen, besonders am Cap.

A. B *.

1. Aeussere Perigonabschnitte zurückgeschlagen, innere aufrecht oder aufrecht abstehend. Griffel kurz. Narben blumenblattartig: Iris.
2. Perigon glockenförmig, mit sehr langer Röhre. Griffel sehr lang. Narben fleischig, keilförmig, tutenförmig eingerollt: Crocus.

B. B ↑. P fast 2lippig, mit kurzer Röhre. Narben fast blumenblattartig: Gladiolus.

Viele Arten der Gattungen Iris, Crocus und Gladiolus sind beliebte Gartenpflanzen. Officinell ist der Wurzelstock von Iris florentina L., Veilchenwurzel, Südeuropa (Rhizoma Iridis — Bestandtheile: ätherisches Oel, Weichharz, Extractivstoff etc.), aber auch von I. pallida L. und I. germanica L. — ferner die Narben von Crocus sativus L., Safran, im Orient heimisch, in Südeuropa gebaut (Bestandtheile: Polychroit und ätherisches Oel); letztere auch als Farbstoff zu technischen Zwecken.

3 Arten Iris im Tertiär.

656. (Fam. 84.) Taccaceae. Ausdauernde Kräuter mit knolligem Wurzelstock und grundständigen, lang gestielten, gewöhnlich fieder- oder handförmig getheilten, netzaderigen Blättern. B in Dolden von meist 4 Hochblättern umgeben. P 3 + 3, A 3 + 3, G $\overline{(3)}$, Fruchtknoten 1fächerig. Beere vielsamig. 8 Arten im tropischen Asien und Australien. Tacca liefert Stärkemehl (tahitisches Arrowroot).

657. (Fam. 85.) Dioscoreae. Windende, ausdauernde Kräuter oder Halbsträucher mit unterirdischem oder oberirdischem Wurzelstock oder Knollenstamm. Blätter abwechselnd, oft herzförmig, zuweilen gelappt, handförmig-netzaderig. B diöcisch, unscheinbar, klein, grünlich, in achselständigen Aehren oder Rispen. P 3 + 3, A 3 + 3, G $\overline{(3)}$. Fruchtknoten 3fächerig mit 1—2 Samenknospen in jedem Fache. Frucht meist kapsel-, seltener beerenartig (Tamus). 150 Arten der heissen und gemässigten Zone.

Tamus communis L. in Süddeutschland und Schweiz.

Die stärkemehlreichen, knolligen Wurzelstöcke mancher Arten werden gegessen. Dioscorea alata L. (Molukken, Ostindien heimisch), Yamswurzel, Yam, in den gesammten Tropen als wichtiges Nahrungsmittel gebaut; ebenso D. Batatas Desc., Bataten, D. sativa L. u. a. Arten. Testudinaria Elephantipes Lindl. mit dickem Knollenstamm, der durch seine schildförmigen Korkschuppen an einen Schildkrötenpanzer erinnert; Cap, in Gewächshäusern cultivirt.

658. (Fam. 86.) Haemodoraceae. Irideenartige Gewächse. B *, selten ↑. P 3 + 3, am Grunde röhrig. A 3 + 3 oder † 3 + 3 oder 0 + 3.

G (3) oder (3), 3fächerig; Kapsel fachspaltig. 80 Arten, in Amerika, am Cap und in Australien heimisch.

659. (Fam. 87.) Pontederiaceae. Krautige Sumpf- oder Wasserpflanzen mit kriechendem Wurzelstock und grundständigen, ovalen, herz- oder pfeilförmigen Blättern mit meist scheidenförmigen Blattstielen. B ↑, in Aehren oder Trauben, ☿. P 3 + 3. A 3 + 3 oder 0 + 3, an Länge häufig schrittweise nach rückwärts abnehmend und ebenso auch allmählich tiefer gestellt. G (3), 3fächerig, die 2 hinteren Fächer häufig fehlschlagend. 30 Arten der heissen Zone, besonders in Amerika.

660. (Fam. 88.) Bromeliaceae. Ausdauernde Kräuter mit verkürzten Stämmen, häufig epiphytisch und mit Luftwurzeln. Blätter grundständig, grasartig, meist starr, oft dornig gezähnt, stechend, durch schuppenförmige Haare oft graugrün. B ☿, in Aehren, Trauben oder Rispen mit oft blumenblattartig gefärbten Deckblättern, ↑. P 3 + 3, das äussere kelchartig. A 3 + 3, frei, oder unter sich am Grunde oder mit P verwachsen. G (3), ober-, unter- oder halbunterständig, 3fächerig. Kapsel oder Beere. Keim gerade oder gekrümmt, im Grunde des Endosperms. 600 tropische Arten, fast nur in Amerika.

Ananassa sativa Lindl. (Bromelia Ananas L.) Südamerika, der Früchte wegen in allen Tropenländern und bei uns in Gewächshäusern cultivirt. Die Beeren eines Blüthenstandes verwachsen mit einander zu einer Scheinfrucht, die keine Samen entwickelt und von einem die Axe des Blüthenstandes fortsetzenden Blattschopfe gekrönt wird. Die Fasern der Blätter zu Geweben dienend. — Viele Arten der Familie in unseren Glashäusern cultivirt. — Im Tertiär eine Art bekannt.

43. Ordnung. Scitamineae.

B ↑ oder asymmetrisch, in der Achsel grosser, oft blumenartig gefärbter Deckblätter, ihr Typus P 3 + 3, A 3 + 3, G (3); die meisten Staubgefässe in der Regel zu Staminodien umgebildet; Frucht 3fächerig. Kein Endosperm, aber reiches Perisperm im Samen.

661. (Fam. 89.) Marantaceae. Ausdauernde Kräuter mit kriechenden, oft knolligen Wurzelstöcken, meist entwickelten oberirdischen Stengeln und 2zeiligen, ovalen oder grasartigen Blättern, mit an der Spitze oft knotig verdickten, unten scheidigen Blattstielen, stärkeren Mittelnerven und fiederigen Seitennerven. B in end- oder achselständigen Aehren oder Rispen, ☿. P 3 + 3, der äussere Kreis kleiner und kelchartig. A † 1 oder 2 + 1 † 2. Nur das eine Staubgefäss (das hintere des inneren Kreises) fruchtbar und auch nur mit halber Anthere, die seitlich dem blumenblattartigen Filamente angewachsen ist. Die übrigen Staubgefässe sind Staminodien, von denen eines grösser und als Lippe (labellum) zurückgerollt ist. Frucht eine fachspaltige Kapsel oder Beere. Samen mit sehr harter Schale. Perisperm hornartig. 180 tropische Arten, vorzüglich in Amerika.

Arten der Gattung Canna (C. indica L., Ostindien) häufig als Gartenzierpflanzen. Officinell ist Arrow-root, das Stärkemehl aus dem Wurzelstocke von Maranta arundinacea L., Pfeilwurzel, Westindien. Ebenso liefern mehrere ostindische (M. indica) und amerikanische Arten Stärke.

3 Cannaceen werden aus der Kreide und dem Tertiär beschrieben.

662. (Fam. 90.) Zingiberaceae. Ausdauernde Kräuter mit fleischigem oder knolligem Wurzelstocke und oft rübenförmigen oder an der Spitze

knollig verdickten Wurzeln. Stengel meistens verkürzt. Blätter meist grundständig, einfach. B in end- oder grundständigen Aehren oder Trauben, mit oft blumenartig gefärbten Deckblättern. P 3 + 3, beide Kreise corollinisch: A †3 + 1 †2, die drei des äusseren Kreises zu dem grossen, dreilappigen Labellum verwachsen, vom inneren Kreise das hintere allein und mit ganzer Anthere fruchtbar, die beiden anderen kleine drüsige Gebilde. Frucht eine lederige, 3fächerige, 3klappige, fachspaltige Kapsel. 250 tropische, besonders asiatische Arten.

Officinell sind: Zingiber officinale Rosc., Ingwer, Ostindien, in Westindien cultivirt (Rhizoma Zingiberis — ätherisches Oel, scharfes Harz, Extractivstoff etc.). — Curcuma longa L., Gelbwurzel, Ostindien und China (Rhizoma Curcumae — harziger, gelber Farbstoff: Curcumin). C. Zedoaria Rosc., Zittwor, Ostindien (Rhizoma Zedoariae — ätherisches Oel, scharfes Harz, bitterer Extractivstoff, Gummi). — Alpinia Galanga Sw., Ostindien (Rhizoma Galangae majoris) und A. officinarum Hance, China (Rhizoma Galangae minoris — ätherisches Oel, scharfes Harz, bitterer Extractivstoff, Kämpferid). — Elettaria Cardamomum Wh., Ostindien (Fructus Cardamomi minores s. Cardamomum minus — ätherisches und fettes Oel), E. major Sm., Ceylon (Cardamomum longum), seltener die Früchte von Amomum Cardamomum L., Ostindien (Cardamomum rotundum) und A. maximum Roxb., Ostindien (Cardamomum majus s. javanicum). — Ingwer und Cardamomen auch als Handelsgewürze, sowie die Samen von Amomum granum Paradisi L., Paradieskörner, Guiana.

Aus tertiären Schichten werden 4 fossile Arten dieser Familie beschrieben.

663. (Fam. 91.) Musaceae. Ausdauernde Kräuter mit meist kurzen Stämmen und spiraligen oder 2zeiligen, einfachen, oft mehrere Meter langen Blättern mit langen Blattstielen und mächtig entwickelten Scheiden, die einander umschliessend den Stamm scheinbar sehr hoch werden lassen. P 3 + 3, corollinisch, meist sehr unregelmässig, das vordere Blatt gross, das hintere klein. A 3 + 3, die vorderen 5 in eine hinten offene Röhre verwachsen, das hintere 1 steril oder fehlend. Frucht eine Beere oder Kapsel. 25 Arten in den Tropen.

Die Früchte der in den tropischen und subtropischen Ländern cultivirten Musa sapientum L., M. paradisiaca L. u. a. A., Pisang, Banane, Paradiesfeige (Tropen der östlichen Halbkugel heimisch) werden gegessen, die Fasern von Musa textilis N. v. Es. (Molukken, Manilahanf) u. a. A. zu dauerhaften Gespinnsten verwebt. — 5 tertiäre Arten hierher gerechnet.

44. Ordnung. Gynandrae.

664. (Fam. 92.) Orchideae. Ausdauernde Kräuter oder Halbsträucher, theils Erdgewächse, theils Epiphyten mit Luftwurzeln, oder auch chlorophylllose Humusbewohner. Rhizom unserer einheimischen Arten oft knollenförmig, eiförmig oder handförmig getheilt, die eine Knolle den blühenden Stengel tragend, zur Blüthezeit schlaff, die andere straff, fest, als Seitenknospe aus der Axe entspringend, den nächstjährigen Blüthenstengel als Knospe auf ihrem Gipfel bergend. Corallorrhiza und Epipogon besitzen ein wurzelloses Rhizom. Blätter spiralig oder 2zeilig, einfach, ganzrandig, mit scheidiger Basis und ohne Stiel; bei den Humusbewohnern nur schuppige Niederblätter vorhanden. B in Aehren oder Trauben, ↑ und ☿, meistens durch Drehung des Fruchtknotens die hintere (obere) Seite nach vorne (unten) gewendet. P 3 + 3, beide Kreise corollinisch, das hintere Blatt des inneren Kreises als Lippe (labellum) vergrössert, eigenthümlich gestaltet, oft gespornt und nach unten gerichtet. A typisch 3 + 3, doch meist nur das vordere Staubgefäss des äusseren Kreises, seltener (Cypripedium) die

beiden vorderen des inneren Kreises fruchtbar, die anderen abortirt oder als rudimentäre Staminodien, die sammt den fruchtbaren Staubgefässen mit dem Griffel zu einem Säulchen (gynostemium) verwachsen. Staubbeutel 2fächerig, der Pollen (unserer Arten) in jedem Fache durch Viscin (§ 596) zu einem klebrigen Ballen (Pollinarium) verbunden, der sich nach unten stielartig verlängert und hier oft in eine Stieldrüse (retinaculum) anschwillt: diese liegt bei manchen Gattungen in einer Falte des sogenannten Beutelchens (bursicula), einer Anschwellung des oberen Narbenrandes, über der noch ein lappenartiger, sich leicht ablösender Fortsatz, das Schnäbelchen (rostellum) sitzt. G $\overline{(3)}$, 1fächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenknospen. Narbe eine grubige Vertiefung unterhalb der Anthere auf der der Lippe zugewendeten Seite des Säulchens. Kapsel 1fächerig, die Klappen sich reifenartig von den stehenbleibenden Samenträgern ablösend, oben durch das Griffelsäulchen verbunden. Samen sehr klein, feilspanartig, mit weit abstehender, netziger Samenschale, ohne Endosperm und mit rudimentärem Embryo, der einen rundlichen, ungegliederten Gewebekörper bildet (§ 615). 3000 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen, in letzteren die Erdorchideen, in ersteren die epiphytischen Formen überwiegend.

665. Die deutschen Gattungen sind folgende:

I. Nur ein fruchtbares Staubgefäss.
  A. Staubbeutel mit der Säule ganz verwachsen.
    1. Lippe gespornt.
      a. Fruchtknoten gedreht.
        * Lippe gelappt (meist 3lappig). Fächer des Staubbeutels parallel laufend.
          α. Staubbeutel am Grunde mit Beutelchen.
            0 Beutelchen 2fächerig; beide Pollenmassen isolirt: Orchis.
            00 Beutelchen 1fächerig. Stiele der Pollenmasse auf gemeinschaftlichem Halter.
              † Lippe flach ausgebreitet: Anacamptis.
              †† Lippe spiralig gedreht, sehr lang: Himantoglossum.
          β. Beutelchen fehlt: Gymnadenia.
        ** Lippe ungetheilt, fast linealisch. Fächer des Staubbeutels parallel oder am Grunde divergirend: Platanthera.
        *** Lippe lineal-länglich, am Ende 3zähnig. Staubbeutelfächer am Grunde divergirend: Habenaria.
      b. Fruchtknoten nicht gedreht: Nigritella.
    2. Lippe ungespornt.
      a. Lippe flach, nicht zurückgebrochen.
        * Beutelchen vorhanden.
          α. 2 getrennte Beutelchen, Pollenmasse daher getrennt.
            0 Perigonblätter abstehend: Ophrys.
            00 Perigonblätter helmartig zusammengeneigt: Chamaeorchis.
          β. Nur ein einfächeriges Beutelchen. Pollenmassen auf gemeinschaftlichem Halter: Aceras.
        ** Beutelchen fehlend. Perigon glockig: Herminium.
      b. Der mittlere Lappen der Lippe ist knieartig zurückgebrochen: Serapias.
  B. Staubbeutel ganz oder grösstentheils frei.
    1. Lippe gespornt. Chlorophylllos, mit Schuppenblättern.
      a. Sporen aufgeblasen, aufrecht. Pflanze gelbbraun: Epipogon.
      b. Sporn pfriemlich, absteigend. Pflanze violett: Limodorum.
    2. Lippe ungespornt.
      a. Staubbeutel nicht abfallend. Pollenmassen pulverig.
        * Lippe 2gliederig, gekniet.

α. Fruchtknoten gedreht: Cephalanthera.
β. Fruchtknoten nicht gedreht: Epipactis.
** Lippe ungegliedert.
α. Fruchtknoten ungedreht, aber auf gedrehtem Stiele.
0 Pflanze nur mit schuppigen Niederblättern, gelbbräunlich: Neottia.
00 Pflanze mit 2 grossen grünen Blättern: Listera.
β. Fruchtknoten gedreht, fast oder völlig sitzend.
0 Lippe am Grunde sackartig. Staubbeutel gestielt: Goodyera.
00 Lippe am Grunde rinnig. Staubbeutel sitzend: Spiranthes.
b. Staubbeutel zuletzt deckelartig abfallend. Pollenmasse wachsartig. Blüthen klein, grünlich.
* Säule nach vorne gekrümmt. 2 Pollenmassen.
α. Säule ungeflügelt. Staubbeutel ohne Anhängsel. Gelbgrüne Pflanze mit schuppigen Niederblättern. Humusbewohner: Corallorhiza.
β. Säule oberwärts geflügelt. Staubbeutel oben mit häutigem Anhängsel. Grüne, mit 2 Laubblättern versehene Pflanze in Torfsümpfen: Liparis (Sturmia).
** Säule kurz, gerade. 4 Pollenmassen, in jedem Fache 2.
α. Innere Perigonblätter eiförmig, die beiden Pollenmassen des Faches über einander liegend: Malaxis.
β. Innere Perigonblätter borstenförmig. Pollenmasse jedes Faches neben einander liegend: Microstylis.
II. 2 fruchtbare, rechts und links am Säulchen stehende Staubgefässe und über der Narbe ein grosses Staminodium; Lippe aufgeblasen, schuhförmig: Cypripedium.

666. Officinell sind die Knollen einer Anzahl einheimischer Orchideen, namentlich von Orchis maculata L., O. militaris L., O. laxiflora Lam., O. ustulata L., O. coryophora L., Platanthera bifolia Rchb., Anacamptis pyramidalis Rich., Gymnadenia conopsea RBr. etc. (Tubera Salep — Bassorin, Arabin, Stärke); in Vorderasien wird Eulophia vera, in Ostindien Habenaria pectinata als Salep benutzt. — Vanille liefern Vanilla planifolia Andr. und V. aromatica (Mexico; im tropischen Amerika cultivirt) in ihren schotenförmigen Früchten (Fructus Vanillae — Hauptbestandtheil: Vanillin). — Zahlreiche Arten werden als Zier- und Modepflanzen in Gewächshäusern cultivirt.

667. (Fam. 93.) Apostasiaceae. Von den Orchideen wesentlich nur durch den 3fächerigen Fruchtknoten mit axilen Samenträgern, sowie dadurch verschieden, dass die 2—3 (vorderen) Staubgefässe nur am Grunde mit dem Griffel verwachsen, oben aber frei sind. 5 ostindische Arten.

668. (Fam. 94.) Burmanniaceae. B ⁎. P 3 + 3, das äussere kelchartig, der innere Kreis kleiner und corollinisch, zuweilen ganz rudimentär. A 0 + 3. G $\overline{(3)}$, 3- oder 1fächerig, im letzteren Falle mit wandständigen Placenten. 40 Arten im tropischen Amerika und Asien.

II. Unterclasse. Dicotyledones.

669. Axe fast immer mit kreisförmig angeordneten, offenen Fibrovasalsträngen (§§ 96, 125, 126), die Holzgewächse mit Jahresringen und einer Holz und Bast scheidenden Cambiumlage. Blätter oft gestielt, meist netzaderig, häufig verzweigt. Blüthen in der Regel nach der Zahl 5 gebaut. Gewöhnlich ein als Kelch und Krone unterschiedener Kreis von Blüthenhüllen vorhanden. Die frühere Gruppe der Apetalae, ohne Gliederung von Kelch und Blumenkrone, oft mit nur einem Kreise von Perigonblättern, ist jetzt unter die übrigen Familien, freilich manchmal noch mit Zwang, vertheilt (in der folgenden Uebersicht der Familien wurde sie jedoch der Bequemlichkeit wegen noch beibehalten). Embryo fast immer mit 2 gegenüberstehenden Keimblättern, zwischen denen die Endknospe liegt; seltener

nur eines ausgebildet (§ 615), oder beide fehlend (Orobancheae und andere Parasiten). Keimblätter oft gestielt, bei der Keimung laubartig über den Boden tretend, oder unter der Erde und in der Samenschale bleibend. Wurzel des Embryo stets zu einer meist bleibenden Hauptwurzel sich verlängernd. Endosperm oft fehlend.

670. Die wichtigeren deutschen Familien lassen sich etwa folgendermaassen übersichtlich zusammenstellen.

I. Apetalae. Perigon einfach oder fehlend.

A. ♂, oft auch die ♀ B in Kätzchen.

1. B einhäusig.

a. ♂ und ♀ Kätzchen kugelig, an langen, hängenden Stielen: Platanoae.

b. ♂ und ♀ Kätzchen kurz, fast eiförmig. Perigon 4blätterig. 4 Staubgefässe: Moraceae.

c. ♂ und ♀ Kätzchen lang walzenförmig, unter jeder Schuppe der ♂ 3 Blüthen mit je 2—4 Staubgefässen, unter denen der ♀ 2—3 Fruchtknoten: Betulaceae.

d. Nur die ♂ B in reichblüthigen, walzenförmigen Kätzchen.

* ♀ B zu 1—3 am Ende des Aestchens. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Frucht völlig nackt: Juglandeae.

** ♀ B einzeln oder gehäuft oder lockerblüthige Aehren bildend. Fruchtknoten 3—6fächerig, jedes Fach mit 2 Samenknospen. Frucht am Grunde oder vollständig von einer Hülle (cupula) umwachsen: Cupuliferae.

2. B 2häusig.

a. Kätzchen kurz-walzenförmig. ♂ B ohne P, nur mit 4 Staubgefässen, ♀ mit 2—4 Schüppchen unter dem einfächerigen, mit einer Samenknospe versehenen Fruchtknoten: Myricaceae.

b. Kätzchen lang-walzenförmig. Beiderlei B mit einem aus Drüsen oder einer becherförmigen Hülle gebildeten rudimentären Perigon. ♂ mit 2—24 Staubgefässen, ♀ mit einem einfächerigen Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen: Salicineae.

B. Blüthen nicht in Kätzchen.

1. Fruchtknoten unterständig. P oft rudimentär.

a. P rudimentär; das der ♀ B mit schwach gelapptem Saume. ♂ mit nur 1 Staubgefässe. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Wasserpflanzen mit quirlig gestellten, schmalen Blättern: Hippurideae.

b. P deutlich ausgebildet, oft gefärbt.

* Staubgefässe zu einer Walze verwachsen. Fruchtknoten 1fächerig, mit vielen Samenknospen auf wandständigen Placenten; Schmarotzer: Cytineae (Unterfamilie der Rafflosiaceae).

** Staubgefässe frei oder mit dem Fruchtknoten verwachsen. Fruchtknoten durch falsche Scheidewände 6fächerig, mit zahlreichen Samenknospen: Aristolochieae.

*** Staubgefässe frei. Fruchtknoten 1fächerig, mit 2—4 Samenknospen: Santalaceae.

2. Fruchtknoten oberständig.

a. Frucht in mehrere Früchtchen zerfallend oder in solche elastisch aufspringend.

* Fruchtknoten 4fächerig, 4samig, zuletzt in 4 einsamige Früchtchen zerfallend. 2 Griffel ungetheilt. Wasserpflanzen: Callitrichineae.

** Fruchtknoten 3-, selten 2fächerig, mit eben so vielen oder je 2 Samenknospen, bei der Reife die Fächer sich von der centralen Axe elastisch ablösend. Griffel oder Narben getheilt: Euphorbiaceae.

b. Frucht nicht aufspringend oder zerfallend.

* Mit Nebenblättern.

α. Nebenblätter in eine den Stengel umschliessende Scheide verwachsen: Polygoneae.

β. Nebenblätter frei.

0 Staubgefässe 4—5, in der Knospe nach innen umgebogen. 1 Griffel. Samen mit Eiweiss und geradem Keim: Urticaceae.

00 Staubgefässe 5, in der Knospe gerade. Narben 2. Same ohne Eiweiss, mit gebogenem oder spiraligem Keim: Cannabineae.

000 Staubgefässe 4—8. Griffel 2. Same ohne Eiweiss, mit geradem Keim: Ulmaceae.

** Ohne Nebenblätter.

α. 1 Griffel mit 1 Narbe.

0 P röhrig, mit 4—5spaltigem Saume: Thymelaeaceae.

00 P 2- oder 4—5spaltig. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe; Keimling gerade: Elaeagneae.

000 P meist trockenhäutig, 3—5blätterig. Staubgefässe 3—5. Fruchtknoten 1fächerig, 1- bis mehrsamig. Same eiweisshaltig. Keimling gekrümmt: Amarantaceae.

0000 P vielblätterig. Staubgefässe 12—16. Same eiweisslos. Keimling gerade. Wasserpflanzen: Ceratophylleae.

β. 2 Griffel. P 4—5spaltig. Staubgefässe 8—10. Fruchtknoten 1fächerig. 2samig: Scleranthеae.

γ. Griffel 2—4spaltig oder 2—4 Narben. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe: Chenopodiaceae.

671. II. Gamopetalae. Mit Kelch und einblätteriger Blumenkrone.

A. Fruchtknoten unterständig.

1. Staubgefässe auf dem Gipfel des Fruchtknotens eingefügt.

a. Blüthe regelmässig.

* Blüthen eingeschlechtlich. Krone und Kelch abfallend. Samenträger wandständig: Cucurbitaceae.

** B zwitterig. Samenträger central.

α. Blüthe abfallend. Staubgefässe 8—10. Beere: Vaccinieae.

β. B nicht abfallend. Staubgefässe meist 5. Kapsel: Campanulaceae.

b. Blumenkrone zygomorph, sonst wie Campanulaceae: Lobeliaceae.

2. Staubgefässe in der Röhre der Blumenkrone oder zwischen den Zipfeln des Saumes eingefügt.

a. Fruchtknoten mit 2—mehr Samenknospen.

* Blumenkrone meist 4gliederig. Staubgefässe 4—5. Griffel 2. Blätter quirlig: Rubiaceae.

** Blumenkrone meist 5gliederig. Staubgefässe 5. 1 Griffel oder 3 Narben. Blätter gegenständig: Caprifoliaceae.

b. Fruchtknoten mit einer Samenknospe.

* Fruchtknoten 3fächerig, 2 Fächer leer, das dritte mit 1 Samenknospe: Valerianeae.

** Fruchtknoten 1fächerig.

α. Staubgefässe frei.

0 Blüthen zwitterig: Dipsaceae.

00 B eingeschlechtlich: Ambrosiaceae (Unterfamilie der Compositen, Gattung Xanthium).

β. Die 5 Staubgefässe mit den Antheren zu einer Röhre verklebt („verwachsen"): Compositae.

B. Fruchtknoten oberständig.

1. Fruchtknoten 1fächerig.

a. Fruchtknoten mit 1 Samenknospe.

* Staubgefässe 5, dem Fruchtboden oder der Basis der Blumenkrone eingefügt. 5 Griffel oder Narben: Plumbagineae.

** Staubgefässe 4, ganz oben der Blumenröhre eingefügt. 1 Griffel mit einfacher Narbe: Globulariaceae.

b. Fruchtknoten mit mehreren Samenknospen auf freier, axiler Placenta.

* Blüthen regelmässig.

α. Blumenkrone trockenhäutig, 4spaltig. 4 Staubgefässe. Placenta 2—4flügelig: Plantagineae.

β. Blumenkrone normal, 4—5spaltig, mit 4—5 Staubgefässen. Placenta walzenförmig: Primulaceae.

** Blüthen zygomorph, 2lippig, mit 2 Staubgefässen: Lentibulariaceae.

c. Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen auf wandständigen Placenten, selten halb oder ganz 2fächerig: Gentianeae.

2. Fruchtknoten 1fächerig mit wandständigen, oder 2fächerig mit mittelständigen, der Scheidewand ausitzenden Samenträgern. Staubgefässe 2, oder 4 zweimächtige. Blüthe zygomorph oder ungleich. (Manchmal ein fünftes kleineres Staubgefäss.)

* Fruchtknoten 1fächerig, mit wandständigen Samenträgern. Chlorophylllose Schmarotzer mit schuppigen Niederblättern: Orobancheae.

** Fruchtknoten 2fächerig.

α. Frucht eine 2fächerige Kapsel.

0 Samen eiweisshaltig: Scrophulariaceae.

00 Samen eiweisslos: Acanthaceae.

β. 2—4fächerige Steinfrucht, oft in 2—4 Früchtchen zerfallend: Verbenaceae.

3. Fruchtknoten 2fächerig, mit 1 oder 2 Samenknospen in jedem Fache.

* Blüthe zygomorph, die äusseren Kelchblätter flügelartig, die 8 Staubgefässe unter sich und mit der Blumenkrone verwachsen: Polygaleae.

** B regelmässig. 2 Staubgefässe.

α. Blumenkrone 5—8lappig. Fruchtknotenfächer mit einer aufrechten Samenknospe: Jasmineae.

β. B 4spaltig, 4blätterig oder fehlend. Fruchtknotenfächer mit je 2 hängenden Samenknospen: Oleaceae.

4. Fruchtknoten scheinbar 4fächerig, die Fächer durch eine tiefe Grube getrennt, aus deren Grunde der Griffel entspringt. Fruchtknoten in 4 Nüsschen zerfallend.

* Staubgefässe 5. Blüthe ganz oder fast regelmässig: Borragineae.

** Staubgefässe 4 zweimächtige oder 2; Blumenkrone zygomorph, 2lippig: Labiatae.

5. Fruchtknoten 2—vielfächerig, mit mittelständigen Samenträgern. Oder 2 Fruchtknoten, die mit den Narben verwachsen sind.

* B 4-, seltener 5theilig, in der Knospe dachig: unterweibige Scheibe fehlt. Fruchtknoten 2—6fächerig, das Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Steinfrucht: Aquifoliaceae.

** B 5lappig, in der Knospe gedreht. 5 Staubgefässe. Fruchtknoten auf unterweibiger Scheibe, 2—4fächerig, jedes Fach mit 1 oder 2 aufrechten Samenknospen. Kapsel. Keimling gekrümmt: Convolvulaceae. (Cuscuteae, chlorophylllose Schmarotzer.)

*** B 5lappig, in der Knospe gedreht. Staubgefässe 5. Fruchtknoten mit unterständiger Scheibe, 3fächerig, Fächer mit mehreren Samenknospen. Kapsel. Keimling gerade: Polemoniaceae.

**** B 5lappig, in der Knospe gefaltet, seltener gedreht oder dachig. Staubgefässe 5. Frucht eine 2—4fächerige, vielsamige Kapsel oder Beere. Keimling meist gekrümmt: Solanaceae.

***** B 4—5spaltig, in der Knospe dachig. Staubgefässe so viele oder meist doppelt so viele als Blumenkronenabschnitte, vor einer unterweibigen gekerbten Scheibe oder vor Drüsen auf dem Fruchtboden eingefügt. Fächer der Kapsel so viele als Kronenzipfel, meist mehrsamig: Ericaceae.

****** Staubgefässe frei, mit einzelnen oder zu vieren verbundenen Pollenkörnern. Fruchtblätter unten oft getrennt und dann oben durch die breite Narbe verbunden: Apocyneae.

******* Staubgefässe verwachsen, auf dem Rücken mit Anhängseln, ihr Pollen wie bei den Orchideen zu Pollinarien verklebt. 2 Fruchtknoten und Griffel mit gemeinsamer 5eckiger Narbe: Asclepiadeae.

672. **III. Choripetalae** (Eleutheropetalae). Mit Kelch und mehrblätteriger Blumenkrone.

A. Blüthentheile, vorzüglich die Fruchtknoten, spiralig.

1. Fruchtknoten einfächerig. Landpflanzen: Ranunculaceae.

2. Fruchtknoten vielkammerig. Wasserpflanzen: Nymphaeaceae.

B. Blüthentheile in Wirteln.
1. Blüthen unterständig.
a. Staubgefässe vollständig frei.
* Staubbeutel mit Klappen aufspringend: Berberideae.
** Staubbeutel mit Spalten aufspringend.
0 Kelch 2blätterig. Krone 4blätterig: Papaveraceae.
00 Kelch und Krone 4blätterig. 6 Staubgefässe, von denen die inneren 4 länger: Cruciferae.
000 Blüthenhüllen 5gliedorig, seltener 4- oder 3gliederig.
α. Blüthen zygomorph.
† Staubgefässe 5. Fruchtknoten geschlossen. Kapsel 3klappig: Violaceae.
†† Staubgefässe 12 — ∞. Fruchtknoten oben offen: Resedaceae.
β. Blüthen regelmässig.
† Staubgefässe ∞. Griffel und Narbe 1: Cistineae.
†† Staubgefässe 4—10. Narben 3. Samen mit Haarschopf: Tamariscineae.
††† Staubgefässe 5 oder mehr. Griffel 3—5. Samenträger wandständig. Samen ohne Haarschopf: Droseraceae.
†††† Staubgefässe meist 10. Fruchtknoten 1fächerig, mit centralem Samenträger: Caryophylleae.
b. Staubgefässe mit den Filamenten mehr oder weniger verwachsen.
* Blüthe zygomorph.
0 Staubgefässe 5,. Staubfäden oben verwachsen, unten zuletzt abreissend und auf der Narbe hängen bleibend: Balsamineae.
00 Staubgefässe 4, Staubfäden mit den unteren Theilen verwachsen, stehen bleibend: Fumariaceae.
** B regelmässig.
0 Kapselfrüchte.
α. Staubfäden in mehrere Bündel vereinigt: Hypericineae.
β. Staubfäden an der Basis ringförmig vereinigt.
† Wasserpflanzen mit gegenständigen Blättern und sehr kleinen, achselständigen, 3—5gliederigen Blüthen: Elatineae.
†† Landpflanzen mit 4zähligen, kleeartigen Blättern nnd 5gliederigen Blüthen: Oxalideae.
††† Landpflanzen mit einfachen, ganzrandigen Blättern und 5gliederigen Blüthen: Lineae.
00 Schliessfrüchte. Staubfäden fast frei oder in 5 Bündel verwachsen: Tiliaceae.
000 Spaltfrüchte.
α. Spaltfrucht 2theilig, 2flügelig: Acerineae.
β. 5 Fruchtfächer sich mit begig oder spiralig einrollenden Griffeln von einer Mittelsäule ablösend: Geraniaceae.
γ. Zahlreiche Früchtchen (bei unseren einheimischen Arten) zu einem scheibenförmigen, vielfächerigen Fruchtknoten verbunden und zu Spaltfrüchtchen auseinander fallend: Malvaceae.
2. Staubblätter, sowie Krone und Kelch stehen auf einer scheibenartigen oder krugförmigen Erweiterung der Blüthenaxe oder sind der Kelchröhre eingefügt.
a. Fruchtknoten einzeln.
* Fruchtknoten aus mehr als einem Carpellblatte gebildet. Meist nur 5—7 Staubgefässe oder weniger.
0 Blüthen zygomorph. 7 Staubgefässe: Hippocastaneae.
00 B regelmässig, mit Ausnahme von ε 4—5gliederig.
α. Fruchtfächer bis auf eines fehlschlagend: Anacardiaceae.
β. Kapsel mehrfächerig: Celastrineae.
γ. Steinfrucht mit 1—5 einsamigen Steinen: Rhamneae.
δ. Beere: Vitaceae.
ε. Kapsel 1fächerig, vielsamig. Staubgefässe 6—12. Kelch 6zähnig. 6 Blumenblätter: Lythrarieae.

** Fruchtknoten aus einem Carpellblatte gebildet.
0 Blüthen regelmässig. Steinfrucht 1samig: Amygdaleae.
00 B zygomorph, schmetterlingsförmig. Hülse meistens mehrsamig: Papilionaceae.
b. Fruchtknoten 2 oder mehr, selten einzeln. Staubgefässe meist zahlreich.
* Fruchtknoten meist zahlreich, frei: Rosaceae.
** Fruchtknoten 2—5, mit der fleischig werdenden Blüthenaxe und unter sich zur Apfelfrucht verwachsend: Pomaceae.
*** Fruchtknoten 3—5 oder mehr, kreisförmig gestellt; Balgkapseln. Fettpflanzen: Crassulaceae.
3. Blüthen oberständig (Fruchtknoten unterständig).
a. Fruchtknoten halb unterständig. Fruchtblätter 2—5, mehr oder weniger mit einander verwachsen: Saxifragaceae.
b. Fruchtknoten völlig unterständig.
* Blüthen ☿.
0 Blüthen 4zählig.
α. Kapselfrucht: Onagrarieae.
β. Steinfrucht: Cornaceae.
00 Blüthen 5zählig.
α. Saftige Beere mit wandständigen Samenträgern. Fruchtknoten einfächerig: Ribesiaceae.
β. Mehrfächerige Beere. Fruchtknoten mehrfächerig (bei unserer Art 5—10fäch.): Araliaceae.
γ. Spaltfrüchte. Fruchtknoten 2fächerig: Umbelliferae.
** Blüthen (bei unserer Art) 2häusig. Chlorophyllhaltige Parasiten auf Bäumen: Loranthaceae.

I. Gruppe. Gamopetalae.

45. Ordnung. Tubiflorae.

673. Blätter meist spiralig, ohne Nebenblätter. B *, oder wenn ↑ nicht median, fast immer ☿. K (5), [C (5), A 5], G $\underline{(2-5)}$. Staubfäden der Krone eingefügt, selten einer verkümmert. Fruchtknoten wenigstens unten mehrfächerig, Fächer meist mehrsamig. Samenknospe anatrop. Endosperm selten fehlend.

674. (Fam. 95.) Convolvulaceae. Kräuter mit meistens und dann links windendem Stengel, seltener Sträucher oder Bäume. Blätter meist einfach, ganz oder gelappt. B einzeln oder in Trugdolden oder Trauben, mit Deckblättern, die oft als Hüllkelch erscheinen. C meist längsfaltig, in der Knospe gedreht. Staubbeutel nach dem Verstäuben oft spiralig gedreht. G von einer unterständigen Scheibe umgeben, 2—4fächerig, selten 1fächerig, die Carpellblätter median, jedes Fach mit 1—2 Samenknospen. 1 Griffel, selten 2. Samenleisten der Scheidewand nicht verdickt. Kapseln meist an den Scheidewänden, seltener unregelmässig oder gar nicht aufspringend. Eiweiss spärlich, schleimig. Keimling gekrümmt. 800 Arten der heissen und gemässigten Klimate.

I. Convolvuleae. Chlorophyllhaltige Pflanzen mit Laub- und Keimblättern.

In Deutschland nur Convolvulus; C. arvensis L. als Ackerunkraut manchmal schädlich. C. tricolor L., Zierpflanze aus Südeuropa. Arten der Gattung Pharbitis in Gärten cultivirt. Officinell die Wurzelknollen von Ipomoea Purga Wender. und vielleicht einigen anderen Arten Mexikos (Radix Jalapae — Harz, das Convolvulin enthaltend; kratzender Extractivstoff etc.), ferner die Wurzel von Convolvulus Scammonium L., Kleinasien (Radix Scammoniae — Harz

mit Scammonin) und daraus oft auch das Gummiharz als Scammonium in den Handel kommend. In den Tropen die in Südamerika heimische Batate (süsse Kartoffel), Batatas edulis Choisy (Convolvulus Batatas L.) der grossen, stärkereichen Wurzelknollen wegen als wichtiges Nahrungsmittel gebaut.

II. Cuscuteae. Chlorophylllose Stengelschmarotzer mit fädigen Stengeln, die sich durch Haustorien befestigen, und kleinen geknäuelten Blüthen, aber ohne Laub- und Keimblätter.

Cuscuta europaea L. gemein auf verschiedenen Pflanzen. C. Epilinum Weihe auf Flachs, C. Epithymum L. auf Klee oft sehr schädlich.

Aus der Familie werden 2 Gattungen mit 3 Arten im Tertiär beobachtet.

675. (Fam. 96.) Polemoniaceae. Kräuter, die bisweilen winden oder klimmen. Fruchtknoten 3fächerig, mit ungetheiltem Griffel, in jedem Fache eine aufrechte oder mehrere aufsteigende, anatrope Samenknospen dem inneren Winkel angefügt. Kapsel fachspaltig, die Samenleisten als 3flügeliges Säulchen bleibend. Eiweiss fleischig, mit geradem Keimling. 120 Arten in den gemässigten Klimaten, besonders in Nordamerika.

Polemonium caeruleum L. wild und wie Arten der Gattung Phlox als Zierpflanze cultivirt. Cobaea scandens Cav., windenartige Zierpflanze in Glashäusern.

676. (Fam. 97.) Hydrophyllaceae. Kräuter mit fieder- oder handtheiligen, seltener einfachen Blättern. Blüthenstände sind Wickel, oft auch schneckenförmig eingerollt. Fruchtknoten 1fächerig, mit 2spaltigem Griffel und wandständigen Samenträgern. Keimling gerade. Die Unterfamilie der Hydrocoleaceae mit 2fächerigem Fruchtknoten mit centralen Samenleisten, 2 Griffeln und zahlreichen Samenknospen. 80 Arten der warmen und gemässigten Zonen, vorzüglich in Amerika.

677. (Fam. 98.) Asperifoliae (Boragineae). Kräuter, selten Halbsträucher, häufig von Borstenhaaren rauh, seltener kahl. B in Wickeln, die vor der Entfaltung schneckenförmig eingerollt sind. Abschnitte der C, welche häufig mit den Lappen abwechselnde hohle Einstülpungen (Schlundschuppen, fornices) zeigt, in der Knospe dachziegelig. Fruchtblätter 2, median; durch Einschnürung der 2fächerige Fruchtknoten in 4 Klausen getheilt, zwischen denen der Griffel aus dem Grunde der grubigen Vertiefung entspringt; seltener steht er auf der Spitze der Klausen. Jede Klause mit 1 hängenden, anatropen Samenknospe, sich von den anderen bei der Fruchtreife als Nüsschen trennend. Same meistens ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 1200 Arten in den gemässigten Zonen und Tropen.

I. Ehretioideae. Griffel endständig.

Heliotropium europaeum L. einheimisch, H. peruvianum L. (Peru) beliebte Topfpflanze mit vanilleartig riechenden Blüthen.

II. Boraginoideae. Griffel grundständig.

A. Klausen innen an den Träger des bleibenden Griffels (Mittelsäule) angewachsen.
  1. Kelch nach der Blüthezeit vergrössert, zusammengedrückt, 2klappig. Klausen ohne Stacheln: Asperugo.
  2. Kelch nicht zusammengedrückt.
    a. Klausen mit widerhakigen Stacheln, aussen nicht vertieft.
      * Blumenkrone stieltellerförmig, hellblau. Klausen mit der ganzen Innenseite der Mittelsäule angewachsen, mit hervorragendem, stacheligem Rande: Lappula.
      ** Blumenkrone trichterförmig, braun. Klausen nur oben mit der Mittelsäule verwachsen, auf der ganzen Aussenfläche stachelig: Cynoglossum.
    b. Klausen ohne Stacheln, aussen vertieft, mit eingebogenem, häutigem Rande: Omphalodes.

B. Klausen der unterweibigen Scheibe eingefügt. Griffel frei.
  1. Die 2 Klausen jedes Fruchtblattes zu einer 2fächerigen Theilfrucht verwachsen. Blumenkrone ohne Schlundschuppen: Cerinthe.
  2. Klausen getrennt.
    a. Klausen am Grunde ausgehöhlt.
      * Staubfäden unter der Spitze mit länglichem Anhängsel: Borago.
      ** Staubfäden ohne Anhängsel.
        α. Krone trichter- oder tellerförmig. Schlundschuppen behaart.
          0 Schlundschuppen den Schlund der Krone schliessend: Anchusa (mit Lycopsis).
          00 Krone offen: Nonnea.
        β. Krone röhrig-glockig. Schlundschuppen drüsig-gezähnelt: Symphytum.
    b. Klausen am Grunde flach oder gewölbt.
      * Schlund der Blumenkrone offen.
        α. Saum der Krone unregelmässig: Echium.
        β. Saum regelmässig.
          0 Krone walzlich-glockig: Onosma.
          00 Krone trichter- oder tellerförmig.
            † Ohne Schlundschuppen, dafür 5 Haarbüschel: Pulmonaria.
            †† Mit kleinen Schlundschuppen oder vorspringenden Falten: Lithospermum.
      ** Schlund durch kahle Schuppen geschlossen.
        α. Klausen unberandet: Myosotis.
        β. Klausen von einem vorspringenden Rande umgeben: Eritrichium.

Officinell: Wurzel von Alkanna tinctoria Tausch (Südosteuropa), auch technisch verwendet (Radix Alkannae — Alkannin, ein harziger Farbstoff). Borago officinalis L., Borretsch, Südosteuropa, wird als Gemüsepflanze gebaut. — 5 Arten der Gattungen Boraginites und Heliotropites im Tertiär.

678. (Fam. 99.) Solanaceae. Kräuter, seltener Sträucher oder Bäume. Fruchtblätter 2, schief nach vorne und hinten. Fruchtknoten 2fächerig, die Fächer vielsamig, mit dicken, an der Scheidewand stehenden Placenten, von denen zuweilen im unteren Theile noch falsche Scheidewände entspringen und die Frucht halb-4fächerig machen. Samen meistens nierenförmig. Endosperm reichlich und fleischig. Keimling meistens gekrümmt. — Kelch meist bleibend, häufig sich nach der Blüthezeit vergrössernd und die Frucht einschliessend. Die meisten Arten narkotisch-giftig. 1800 Arten der heissen und gemässigten Zonen.

I. Curvembryae. Keimling mehr oder weniger gekrümmt.

A. Kapselfrucht.
  1. Kapsel der Länge nach aufspringend.
    a. Der grösste Theil des Kelches von dem ringförmig bleibenden Grunde abfallend. Kapsel im Grunde durch eine falsche Wand 4fächerig, nicht ganz bis zum Grunde 4klappig: Datura.
    b. Kelch bleibend. Kapsel 2fächerig, 2klappig, die Klappen 2spaltig: Nicotiana.
  2. Kapsel mit einem oberen, deckelförmigen Stücke quer aufspringend: Hyoscyamus.
B. Beerenfrucht.
  1. Staubbeutel zusammenneigend.
    a. Antherenfächer sich mit einem Loche auf der Spitze öffnend: Solanum.
    b. Antherenfächer mit Längsspalten aufspringend. Kelch nach der Blüthe sehr vergrössert, blasig, roth, die Beere einschliessend: Physalis.
  2. Staubbeutel nicht zusammenneigend.
    a. Kelch krugförmig, 5zähnig oder 2lippig. Krone trichterförmig: Lycium.
    b. Kelch 5theilig. Krone glockig: Atropa.

II. Rectembryae. Embryo gerade (Cestrum).

679. Wichtigere Arten sind folgende:

Nicotiana Tabacum L., N. macrophylla Spr., N. rustica L., Amerika; wichtige Culturpflanzen, deren Blätter als Tabak benutzt. Officinell sind die Blätter (Herba Nicotianae — Nicotin, Nicotianin) von N. Tabacum L. Arten der Gattung Petunia, sowie Nicandra physaloides (Südamerika) als Gartenzierpflanzen. Datura Stramonium L., Stechapfel, Orient; officinell sind die Blätter (Herba Stramonii — Daturin) und Samen (Semen Stramonii — Daturin, Stramonin, fettes Oel). Hyoscyamus niger L., Bilsenkraut, einheimisch, die Blätter und Samen officin. (Herba et Semen Hyoscyami — Hyoscyamin). Capsicum longum DC., C. annuum u. a. A. (Südamerika) der Früchte wegen cultivirt, welche den spanischen Pfeffer (Paprika) liefern. Solanum tuberosum L., Kartoffel (Peru und Chile), der stärkereichen Knollen wegen eine der wichtigsten Nährpflanzen. Von S. Dulcamara L. sind die Stengel officin. (Stipites Dulcamarae — Dulcamarin, Solanin, Picroglycion). Lycopersicum esculentum Mill., Liebesapfel, Tomate (Südamerika), wird der essbaren Früchte wegen, besonders in Südeuropa, gebaut. Atropa Belladonna L., Tollkirsche; die Wurzel (Radix Belladonnae — Atropin, Atropasäure) und Blätter (Herba B. — Atropin) sind officinell. Lycium europaeum L. und L. barbarum L. als Ziersträucher und verwildert. — Von Solaneen wird eine Art (Solanites) aus dem Tertiär beschrieben.

46. Ordnung. Labiatiflorae.

680. B ☿, ↑. K (5), [C (5), A 5], G(2). C 2lippig, die Oberlippe 2-, oder durch „Verwachsung" 1lappig, die Unterlippe 3lappig. A meist durch Abort des hinteren Gliedes nur 4 und diese didynamisch, die beiden (mittleren) seitlichen kürzer als die beiden vorderen; zuweilen auch die 2 vorderen steril oder fehlend. Carpelle median. Griffel ungetheilt. Blätter ohne Nebenblätter.

681. (Fam. 100.) Labiatae. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten Halbsträucher, mit 4kantigem Stengel und meist kreuzweis-gegenständigen Blättern. Blüthen in achselständigen Trugdolden (Halbquirlen), oft ähren- oder rispenförmig geordnet, selten einzeln. K glockig oder röhrig, meist 5zähnig, manchmal mit Zwischenzähnen, oft 2lippig. C 2lippig, Oberlippe oft helmartig, zuweilen den 3 Lappen der Unterlippe fast gleich. A 4, didynamisch, die kürzeren oft verkümmert. Fruchtknoten wie bei den Asperifolieen in 4 Klausen getheilt, die als 4 Nüsschen auseinanderfallen; der Griffel im Grunde zwischen denselben entspringend. Samenknospe aufrecht, anatrop. Endosperm spärlich. Keimling gerade. 2500 Arten in gemässigten und warmen Zonen.

682. Deutsche Gattungen sind:

A. 2 Staubgefässe.
  1. Blumenkrone 4spaltig, kaum länger als Kelch: Lycopus.
  2. B 2lippig, viel länger als Kelch.
    a. Kelch 2lippig. Mittelband der Staubgefässe fadenförmig, gebogen, der obere Schenkel meist allein fruchtbar: Salvia.
    b. Kelch 2lippig. Staubfaden mit einem rückwärts gerichteten Zahne. Mittelband normal: Rosmarinus.

B. 4 Staubgefässe.
  1. Staubbeutel mit 2 Klappen aufspringend, die innere Klappe kürzer: Galeopsis.
  2. Staubbeutel mit Längspalten aufspringend.
    a. Staubgefässe abwärts gebogen, die unteren länger.
      * Kelch 2lippig, die Unterlippe 4spaltig. Oberlippe der Blumenkrone 4spaltig: Ocimum.
      ** Kelch 5zähnig. Oberlippe der Krone 2-, Unterlippe 3lappig: Lavandula.
    b. Staubgefässe gerade vorgestreckt oder aufsteigend.
      * Staubbeutelhälften gleichlaufend oder spreizend.

α. Röhre der Blumenkrone inwendig mit Haarring.
0 Griffel und Staubgefässe eingeschlossen.
† Nüsse an der flachen, 3eckigen Spitze abgestutzt: Marrubium.
†† Nüsse an der Spitze abgerundet: Sideritis.
00 Griffel aus dem Schlunde der Blüthe vorragend.
† Staubgefässe sich von einander entfernend, unter der Oberlippe bogig zusammenneigend: Horminum.
†† Staubgefässe genähert, unter der Oberlippe parallel laufend.
× Kelch 2lippig.
! Der fruchttragende Kelch geschlossen: Prunella.
! ! Kelch offen: Prasium.
× × Kelch 5zähnig.
— Oberlippe der Krone klein, flach: Ajuga.
= Oberlippe gewölbt oder concav.
§ Nüsse 3kantig, oben gestutzt.
√ Lappen der Unterlippe spitz.
? Seitenlappen zahnförmig oder fehlend: Lamium.
?? Seitenlappen nur etwas kleiner als Mittellappen: Galeobdolon.
√√ Lappen der Unterlippe stumpf.
? Staubgefässe an der Basis mit Anhängsel: Phlomis.
?? Staubgefässe ohne Anhängsel: Leonurus.
§§ Nüsse oben abgerundet, verkehrt eiförmig.
√ Kelch glockenförmig, 5- oder 10nervig: Stachys.
√√ Kelch trichterförmig, 10nervig, die Nerven vorspringend, die Zähne gekielt-gefaltet: Ballota.
β. Blumenröhre ohne Haarring, kahl.
0 Staubgefässe genähert, gleichlaufend.
† Oberlippe der Krone flach.
× Unterlippe der Krone sehr concav. Staubbeutel nicht in ein Kreuz gestellt: Nepeta.
× × Unterlippe flach. Staubbeutel in ein Kreuz gestellt.
— Kelch walzlich, 5zähnig: Glechoma.
= Kelch glockig, 5lappig: Melittis.
†† Oberlippe concav oder gewölbt.
× Kelch 2lippig.
— Kelchlippen ganz: Scutellaria.
= Kelchlippen gezähnt: Dracocephalum.
× × Kelch 5zähnig.
— Nüsse abgerundet: Betonica.
= Nüsse dreieckig abgestutzt: Chaiturus.
00 Staubgefässe von einander entfernt, oberwärts aus einander tretend, gerade.
† Staubbeutelhälften parallel.
× Oberer Lappen der 4spaltigen Krone ungetheilt: Pulegium.
× × Oberer Lappen ausgerandet: Mentha.
†† Staubbeutelhälften spreizend.
× Krone fast gleich 4spaltig: Elsholtzia.
× × Krone 2lippig: Hyssopus.
000 Staubgefässe von einander entfernt, unter der Oberlippe bogig zusammenneigend: Melissa.
** Staubbeutelhälften an ein dreieckiges Mittelband jederseits angewachsen.
α. Kelch vollkommen 2lippig.
0 Staubgefässe gerade, oberwärts auseinander tretend: Thymus.
00 Staubgefässe oberwärts bogig zusammenneigend.
† Unter den Blüthenquirlen eine aus borstenförmigen Deckblättern gebildete Hülle: Clinopodium.
†† Hülle fehlt: Calamintha.

β. Kelch undeutlich 2lippig, 13—15rillig: Micromeria.

γ. Kelch 5zähnig.

0 Staubgefässe oben bogig zusammenneigend: Satureja.

00 Staubgefässe gerade, oben auseinander tretend: Origanum.

683. Die Labiaten sind grösstentheils reich an ätherischen Oelen und finden daher auch vielfache Verwendung. Die wichtigsten Arten in dieser Beziehung sind: Mentha aquatica L. var. crispa, Krauseminze, M. piperita L., Pfefferminze (England); Rosmarinus officinalis L. (Südeuropa); Salvia officinalis L., Salbei (Südeuropa); Origanum Majorana L., Mairan, Majoran (Orient, Nordafrika); Thymus vulgaris L., Gartenthymian (Südeuropa), Th. Serpyllum L., Quendel; Melissa officinalis L., Melisse (Südeuropa); Galeopsis ochroleuca L., Hohlzahn; von sämmtlichen die durch ätherisches Oel ausgzeichneten Blätter, ferner die ebenfalls ätherisches Oel enthaltenden Blüthen von Lavandula officinalis Chaix (L. vera DC. etc.) aus Südeuropa officinell. Die meisten der nicht einheimischen Arten werden daher auch im Grossen gebaut, besonders da ihr Oel auch in der Parfümerie Verwendung findet. Letzterer dient dann noch Pogostemon Patchouli Pell. aus Ostindien. Wichtigere Küchengewürze liefern Ocimum Basilicum L., Basilicum (Ostindien), Origanum Majorana L. (s. oben), Satureja hortensis L., Bohnenkraut (Südeuropa). Arten von Plectranthus und Coleus werden der dunkelroth gezeichneten Blätter wegen als Zierpflanzen cultivirt.

684. (Fam. 101.) Scrophulariaceae. Fruchtknoten 2fächerig (selten 1fächerig oder nur am Grunde 2fächerig), die Samenträger auf der Scheidewand, mit zahlreichen Samenknospen. Frucht fast stets eine 2klappige Kapsel. Samen endospermhaltig, mit geradem, nur selten gebogenem Keim. Sonst wie die Labiaten. Das fünfte Staubgefäss manchmal ausgebildet, ni anderen Fällen die mittleren (seitlichen) oder vorderen Staubgefässe fehlschlagend. ·1900 Arten, gemässigte und heisse Zone.

I. Antirrhineae. Kronendeckung meist absteigend. Keine Wurzelparasiten.

A. Staubgefässe 2, bisweilen noch 2 unfruchtbare.

1. Narbe ungetheilt.

a. Kapsel herzförmig ausgerandet: Veronica.

b. Kapsel zugespitzt: Paederota.

2. Narbe 2lappig. Die 2 unteren unfruchtbaren Staubgefässe vorhanden bis fast ganz fehlend: Gratiola.

B. Staubgefässe 5: Verbascum.

C. Staubgefässe 4, didynamisch.

1. Kapsel 1fächerig. Krone 2lippig: Lindernia.

2. Kapsel nur am Grunde 2fächerig. Krone fast regelmässig 5spaltig: Limosella.

3. Kapsel vollständig 2fächerig.

a. Kapsel 2klappig oder durch Theilung der Klappen 4klappig. Schlund der Krone offen.

α. Krone fast kugelig, kurz 5lappig, 2lippig: Scrophularia.

β. Krone cylindrisch, 2lippig: Anarrhinum.

γ. Krone aus kurzer Röhre glockig oder röhrig-glockig, mit schiefem, kurzem, 4lappigem Saume: Digitalis.

b. Kapsel an der Spitze mit 1—3 Löchern oder mit 4—10 klappenartigen Zähnen aufspringend. Schlund der Krone durch den blasig emporgewölbten Gaumen der Unterlippe geschlossen.

α. Blumenkrone am Grunde der Röhre gespornt. Kapselhälften ziemlich gleich: Linaria.

β. Blumenkrone am Grunde nur mit sackartiger Erweiterung. Kapsel schief eiförmig: Antirrhinum.

II. Rhinanthaceae. Kronendeckung meist aufsteigend. Chlorophyllhaltige oder chlorophylllose Wurzelparasiten.

I. Pflanze ohne Chlorophyll, mit schuppigen, gegenständigen Niederblättern. Unter dem Fruchtknoten eine halbmondförmige Drüse: Lathraea.

II. Pflanze mit Chlorophyll und normalen Blättern.

A. Kelch 5zähnig (oder 2—5zähnig).

1. Kelch röhrig. Oberlippe der Krone 2spaltig, Unterlippe 3spaltig, mit fast gleichen Zipfeln: Tozzia.

2. Kelch röhrig oder aufgeblasen. Oberlippe helmförmig, zusammengedrückt, Unterlippe 3lappig: Pedicularis.

B. Kelch 4zähnig oder -spaltig.

1. Same glatt, flügellos oder von einem kreisrunden Flügel umzogen. Kelch aufgeblasen: Alectorolophus (Rhinanthus).

2. Same glatt, flügellos. Kelch röhrig: Melampyrum.

3. Same gerippt, Rippen flügellos: Euphrasia.

4. Same auf der einen Seite 3flügelig, die Flügel quergestreift: Bartsia.

685. Officinell sind: Digitalis purpurea L., Fingerhut (Folia Digitalis — Digitalin, ferner Digitalinum, Digitaleïn, Digitalsäure, Antirrhinsäure, Inosit); Gratiola officinalis L., Gottesgnadenkraut (Herba Gratiolae — Gratiolin und Gratiosolin); Linaria vulgaris L., Leinkraut (Herba Linariae — gelbe Farbstoffe: Anthoxanthin, Anthokirrin); die Blüthen von Verbascum Thapsus L. und V. thapsiforme Schrad., Wollkraut, Wollblumen (Flores Verbasci — Gummi, Zucker). Als Zierpflanzen werden in Gärten oft cultivirt: Arten von Pentastemon, Digitalis, Mimulus (M. luteus L., aus Amerika stammend, an Flussufern hie und da eingebürgert), Calceolaria (Pantoffelblume, Peru und Chile), Veronica (Ehrenpreis), Antirrhinum (Löwenmaul) etc. Als Zierbaum, der aber nur im Süden reichlich blüht, ist Paulownia imperialis Sieb. et Zucc. aus Japan beliebt. — Fossil im Tertiär 3 Gattungen mit 4 Arten, darunter 2 von Verbascum.

686. (Fam. 102.) Lentibulariaceae (Utricularieae). Ausdauernde Wasser- oder Sumpfpflanzen, von den Scrophulariaceen durch die allein entwickelten vorderen 2 Staubgefässe, sowie durch die freie, vielsamige Centralplacenta des 1fächerigen Fruchtknotens verschieden. Same ohne Eiweiss, mit geradem Keim. Als insektenfressende Pflanzen bekannt (§ 226). 180 Arten in warmer und gemässigter Zone.

Utricularia: Kelch tief 2theilig, mit ungetheilten Abschnitten. Staubbeutel mit Längsspalte aufspringend. Kapsel unregelmässig zerreissend. Wasserpflanzen mit untergetauchten, vieltheiligen Blättern, an denen einzelne Zipfel zu rundlichen Schläuchen ausgebildet sind. Blüthen gelb. — Pinguicula: Kelch fast 2lippig bis 5spaltig. Staubbeutel quer aufspringend. Kapsel 2klappig. Auf Moorwiesen wachsende Pflanze mit drüsenhaarigen, ungetheilten Blättern in grundständiger Rosette und blauvioletten Blüthen.

687. (Fam. 103.) Gesneraceae. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten Halbsträucher. Blätter gegenständig, quirlig oder spiralig. Kelch ober- oder unterständig, meist 5theilig. Staubgefässe 4 didynamische oder 2 unfruchtbar, manchmal auch ein fünftes als Staminodium. Fruchtknoten 1fächerig, mit wandständigen, vielsamigen Placenten. Frucht eine 2klappige Kapsel oder eine Beere. Eiweiss fehlend oder vorhanden. 500 Arten; heisse und gemässigte Zonen, meistens Amerikaner.

I. Gesnereae. Samen mit Endosperm.

Arten der Gattungen Achimenes, Columnea, Gloxinia etc., alle aus dem tropischen Amerika, sind beliebte Topfpflanzen.

II. Cyrtandreae. Endosperm fehlt.

Vorzüglich im tropischen Asien, auf Madagascar, am Cap und in Australien heimisch. Arten von Aeschinanthus häufig als Topfgewächse cultivirt.

III. Orobancheae. Wurzelparasiten ohne Chlorophyll, aber oft mit lebhaften Farben, mit kleinen, schuppigen Niederblättern. Samen sehr klein, mit Endosperm und sehr rudimentärem Embryo ohne Keimblätter.

Orobanche: Blüthen ohne Vorblätter. Kelch 2blätterig, die Hälften meist 2spaltig und unten öfter unter einander verbunden.

Phelipaea: Blüthen mit 2 Vorblättern. Kelch 4—5spaltig oder -zähnig.

Einzelne Arten werden auf Culturpflanzen oft sehr schädlich, so Pholipaea ramosa Mey. auf Hanf (Hanfwürger, Hauftod), seltoner auf Tabak; Orobancho rubens Wallr. manchmal auf Medicago sativa (Luzorne).

688. (Fam. 104.) Bignoniaceae. Bäume oder Sträucher mit häufig windenden oder kletternden Stämmen (Lianen), die sich bei manchen Gattungen durch abnormen Holzbau auszeichnen (§ 130). Blüthen selten einzeln, meist in ansehnlichen Rispen. Blumenkrone glockig oder röhrig, mit unregelmässigem, gelapptem Saume. Oft das fünfte Staubgefäss als Staminodium, manchmal nur 2. Fruchtknoten 2fächerig oder durch geflügelte Scheidewand selten falsch-4fächerig. Kapsel oft schotenartig. Samen ohne Endosperm, meist stark plattgedrückt, mit auffallend geflügeltem Rande; der Flügel dünnhäutig, oft zerschlitzt. 700 Arten, fast nur in den Tropen.

Manche Arten werthvoll durch Nutzholz, so Jacaranda obtusifolia H. et B., Südamerika (Palisanderholz) und J. brasiliana Pers., Brasilien (Jacarandaholz). Bignonia-Arten oft mit ihren schlingenden Stämmen statt Tauwerk benutzt. Catalpa cordifolia Mnch., Trompetenbaum, aus Nordamerika, oft als Zierbaum angepflanzt. Tecoma radicans Juss., Amerika, oft in Gewächshäusern.

6 Arten, grösstentheils lebenden Gattungen angehörend (Bignonia, Catalpa etc.), sind im Tertiär unterschieden worden.

689. (Fam. 105.) Acanthaceae. Sträucher, Halbsträucher oder Kräuter mit einfachen oder fiedertheiligen Blättern und meist in Aehren oder Trauben stehenden Blüthen, von denen jede durch ein grösseres und 2 kleinere Hochblätter gestützt ist. Staubgefässe 4, didynamisch, oft noch ein Staminodium, selten nur 2. Fruchtknoten 2fächerig, mit zahlreichen Samenknospen oft auf pfriemen- oder hakenförmigen Vorsprüngen der der Scheidewand angehörenden Placenten. Kapsel 2klappig. Samen ohne Endosperm, mit geradem oder gekrümmtem Keimling. 1500 meist den Tropen angehörende Arten, vorzüglich in Südamerika und Indien.

Acanthus mollis L. (Südeuropa) wird häufig der schönen Blätter wegen, die den griechischen Bildhauern als Modelle zur Nachbildung an den Kapitälen der korinthischen Säulen dienten, cultivirt. In Glashäusern oft Goldfussia anisophylla Nees (Nepal), Thunbergia alata Hook. (Ostindien, Schlingpflanze), Arten von Aphelandra, Justicia, Eranthemum etc. als Zierpflanzen.

690. (Fam. 106.) Globulariaceae. Kleine Halbsträucher mit meist grundständigen, fast ganzrandigen, seltener eingeschnittenen, lederigen Blättern und in Köpfchen mit spiralig gestellten Deckblättern stehenden Blüthen. 4 etwas didynamische Staubgefässe mit 2fächerigen, mit gemeinsamer Längsspalte aufspringenden Antheren. 1fächeriger Fruchtknoten mit 1 hängenden Samenknospe und seitlichem Griffel. Same mit Eiweiss und geradem Keimling. 12 besonders den Mittelmeerländern angehörende Arten. Globularia.

Die kleinen Familien der Myoporineae (Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach 2samig) und Selaginoideae (Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach 1samig), erstere mit 60 Arten in Australasien, letztere mit 125 Arten am Cap heimisch, werden oft mit den Globulariaceen zu einer Familie vereinigt. — Ein Myoporum kommt im Tertiär vor.

691. (Fam. 107.) Verbenaceae. Sträucher oder Halbsträucher, seltener Bäume und Kräuter, mit gegenständigen oder wirteligen Blättern und rispigen oder trugdoldig-rispigen, seltener ähren- oder kopfförmigen Blüthenständen. Staubgefässe 4 didynamische oder 2. Fruchtknoten 1—2fächerig oder durch falsche Scheidewände 4fächerig, mit 4 aufrechten oder aufsteigenden, anatropen Samenknospen. Frucht meistens in 2 2samige oder 4 1samige Theil-

früchte zerfallend, wie bei den Labiaten, aber der Griffel an der Spitze der Klausen eingefügt. Same ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 700 Arten; Tropen und gemässigte Zone.

Bei uns Verbena officinalis. V. chamaedrifolia Juss., V. incisa Hook. u. a. amerikanische Arten, sowie Arten der Gattung Lantana, sind beliebte Zierpflanzen. Tectona grandis L., grosser ostindischer Baum, liefert das als Schiffsbauholz berühmte Teakholz. — 2 tertiäre Arten.

692. (Fam. 108.) Plantagineae. Meist Kräuter mit bald verkürztem, bald verlängertem Stengel und gewöhnlich einfachen, oft grundständigen, spiralig gestellten Blättern. Blüthen in langen oder kopfförmigen Aehren mit Deckblättern (Plantago), scheinbar regelmässig, meist ☿. K 4blätterig, mit 2 oft grösseren Blättern vorne und 2 hinten (nach Analogie von Veronica). C trockenhäutig, regelmässig 4theilig, der obere Lappen der Oberlippe entsprechend. 4 gleiche, vor den Kelchblättern stehende Staubgefässe, die in der Knospe einwärts gebogen sind. Fruchtknoten 1- oder 2fächerig, durch falsche Scheidewände zuweilen 4fächerig, 1—mehrsamig. Samenknospen anatrop. Griffel ungetheilt. Frucht nussartig oder eine quer aufspringende Kapsel. Der gerade Keimling in der Axe des fleischigen Eiweisses. 200 Arten der gemässigten Zone.

Plantago: B ☿. Kapsel quer aufspringend, mit 2 ein- bis mehrsamigen Fächern. Landpflanzen.

Littorella: B einhäusig. K der ♀ B meist 2—3blätterig. Frucht eine hartschalige, 1samige Nuss. Sumpf- oder Wasserpflanze mit lineal-pfriemenförmigen Blättern.

Officinell die Samen von Plantago Psyllium L., Südeuropa (Flohsamen, Semen Psyllii — Bassorin).

47. Ordnung. Diandrae (Ligustrinae).

Holzgewächse mit gestielten Blättern ohne Nebenblätter. B *, ☿, ihr Typus K (4 — ∞), [C (4 — ∞), A 2], G (2). Fruchtblätter 1 vorne und 1 hinten. Fruchtknoten 2fächerig. 1 ungetheilter Griffel.

693. (Fam. 109.) Oleaceae. Bäume oder Sträucher mit rispigen Blüthenständen. K 4zähnig oder 4theilig, selten fehlend. C 4spaltig oder tief 4theilig, selten fehlend, ihre Abschnitte in der Knospe klappig. Fruchtknotenfächer meist mit 2 hängenden, anatropen Samenknospen, von denen sich aber nur 1 ausbildet. Kapsel, Beere oder Steinfrucht. Keimling gerade, in der Axe des fleischigen oder hornigen Endosperms. 140 Arten, nördliche gemässigte und heisse Zone.

I. Oleoideae. Frucht eine Beere oder Steinfrucht.

Ligustrum: Beere. Phyllirea: Steinfrucht mit zerbrechlicher und Olea: Steinfrucht mit knöcherner Schale.

II. Fraxinoideae. Frucht eine Kapsel oder Flügelfrucht.

Syringa: C mit verlängerter Röhre und 4lappigem Saume. 2klappige Kapsel.

Fraxinus: Blüthen vielehig, ☿ und ♂. K und C oft fehlend, letztere tief 2—4theilig oder 2—4blätterig. 2fächerige Flügelfrucht.

Olea europaea L., Oelbaum, in Asien heimisch, in den Mittelmeerländern cultivirt, liefert durch Auspressen der Früchte das auch officinelle Olivenöl (Baumöl, Provenceröl). Fraxinus Ornus L., Mannaesche, Südeuropa, liefert Manna, die als an der Luft erstarrender Saft aus Einschnitten des Stammes ausfliesst (Bestandtheil: Mannazucker oder Mannit). F. excelsior L., Esche, Waldbaum mit gutem Holze. Syringa in mehreren Arten als Zierstrauch cultivirt, ebenso Ligustrum. — 31 Arten sind fossil bekannt, die meisten im Tertiär, davon 17 zu Fraxinus und 10 zu Olea gehörend.

694. (Fam. 110.) Jasmineae. Sträucher, oft windend, selten Bäume.

Blätter meist gefiedert. K und C meist 5—∞zählig, die Kronlappen in der Knospe dachig-gedreht. Samenknospen aufrecht. Kapsel oder Beere. Endosperm fehlend oder kaum angedeutet. 100 tropische, meist asiatische Arten.

Das ätherische Oel einiger Arten zu Parfümerien.

48. Ordnung. Contortae.

Blätter meist gegenständig, gewöhnlich ohne Nebenblätter. B *, ☿. K (4—5), [C (4—5), A 4—5], G (2). C mit in der Knospe meist rechts gedrehten Abschnitten. Fruchtblätter 1 vorne und 1 hinten.

695. (Fam. 111.) Gentianeae. Kräuter mit gegenständigen, quirligen oder spiraligen, gewöhnlich ganzen Blättern ohne Nebenblätter. Staubbeutel öfter verklebt. Fruchtknoten manchmal gestielt, 1fächerig, seltener halb oder ganz 2fächerig. Placenten wandständig, mit zahlreichen anatropen Samenknospen. Griffel ungetheilt oder eine sitzende, 2spaltige Narbe. Same mit kleinem, geradem Keimling im Grunde des Endosperms. 500 über die ganze Erde verbreitete Arten.

I. Gentianoideae. Blätter gegenständig. Knospenlage der C gedreht. Samenschale häutig. Landpflanzen.

A. Kapsel 1fächerig. Narbe 2lappig.
   a. Krone cylindrisch-glockig, 4—5lappig, zwischen den Abschnitten oft mit Zwischenzähnen: Gentiana.
   b. Krone radförmig, 5lappig, jeder Abschnitt am Grunde mit 2 gewimperten Honiggruben: Swertia.
   c. Krone tellerförmig, 8spaltig, mit 8 Staubgefässen: Chlora.

B. Kapsel halb 2fächerig. Narbe einfach.
   a. Krone 5lappig, mit 5 Staubgefässen, deren Staubbeutel nach dem Verstäuben spiralig gedreht sind: Erythraea.
   b. Krone 4lappig, mit 4 Staubgefässen, deren Antheren nicht gedreht: Cicendia.

II. Menyantheae: Blätter abwechselnd. Knospenlage der C klappig. Samenschale holzig. Sumpf- oder Wasserpflanzen.

A. Krone trichterförmig, die Abschnitte am Rande innen bärtig. Sumpfpflanze mit 3zähligen Blättern: Menyanthes.

B. Krone radförmig, am Schlunde bärtig. Seerosenartige Wasserpflanze: Limnanthemum (Villarsia).

Officinell die Wurzel von Gentiana lutea L., Enzian, höhere Gebirge Deutschlands und Alpen (Radix Gentianae rubrae — Gentianin, Gentisin), oder statt dieser auch die von G. purpurea, punctata und pannonica; das Kraut von Erythraea Centaurium Pers., Tausendgüldenkraut (Herba Centaurii — Centaurin, Erythrocentaurin), sowie die Blätter von Menyanthes trifoliata L., Fieber- oder Bitterklee (Folia Trifolii fibrini — Menianthin). — 3 Arten von Menyanthes kommen in tertiären und quartären Schichten vor.

696. (Fam. 112.) Loganiaceae. Meist Bäume oder Sträucher mit Nebenblättern. Fruchtknoten 2fächerig oder durch Scheinwände 4fächerig, mit je 1—mehreren Samenknospen. Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. 200 tropische Arten, manche sehr giftig.

Officinell sind: die sehr giftigen Samen von Strychnos Nux vomica L., Krähenaugen, Brechnüsse, Ostindien (Semen Strychni — Strychnin, Brucin, Igasurin); die ebenfalls giftigen Samen von Ignatia amara L., Ignatiusbohnen (Philippinen) sind obsolet. Strychnos guyanensis (Südamerika) liefert im Safte der Rinde das furchtbare Pfeilgift (Curare, Urari) der Indianer; ähnlich wird S. Tieute auf Java verwendet. Eine Art der Gattung findet sich im Tertiär.

697. (Fam. 113.) Apocynaceae. Meist Bäume und Sträucher, selten

Kräuter, mit gewöhnlich gegenständigen oder quirligen, einfachen, ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. B in Trugdolden oder Doldentrauben, selten einzeln in der Blattachsel. K 5spaltig oder -theilig. C meist trichterförmig, in der Knospe gedreht. Staubgefässe kurz gestielt, unter einander frei, mit freien oder zu 4 verschmolzenen Pollenkörnern. Die 2 Fruchtblätter des Fruchtknotens meist nur oben durch Griffel und Narbe verbunden. Samenknospen ∞, anatrop. Frucht balgkapselartig, steinfrucht- oder beerenartig. Samen am Nabel oft mit Haarschopf. Das meist vorhandene knorpelige Endosperm den geraden Keimling einschliessend. 800 Arten, Tropenbewohner und in gemässigten Zonen, die meisten mit Milchsaft und sehr giftig.

In Deutschland nur Vinca, Immergrün, namentlich V. minor L. in Wäldern, auch in Gärten cultivirt. Häufige Zierpflanze ist Nerium Oleander L., Oleander (Mittelmeerländer). Durch besondere Giftigkeit des Milchsaftes sind Cerbera Thevetia (tropisches Amerika) und Tanghinia madagascariensis P. Th. (Madagascar) ausgezeichnet, dagegen liefert Tabernaemontana utilis Arn. (Südamerika) einen milden, trinkbaren Milchsaft und T. elastica Spr. (Sumatra) Kautschuk.

Aus dem Tertiär sind 43 Arten bekannt.

698. (Fam. 114.) Asclepiadeae. Sträucher oder Kräuter, häufig schlingend, einige von cactusartiger Gestalt (Stapelia). Blätter meist einfach, manchmal fleischig oder lederig, nebenblattlos. C in Form und Textur sehr verschieden, manchmal wachsartig (Hoya), ihre Abschnitte klappig oder meistens gedreht. 5 Staubgefässe, im Grunde der C eingefügt, mehr oder weniger verwachsen, auf dem Rücken mit blumenblattartigen, taschen- oder spornförmigen Anhängseln, ihr Pollen wie bei den meisten Orchideen zu grössern, gestielten, hängenden Ballen (Pollinarien) verklebt und die Pollinarien je zweier benachbarter Fächer zusammenhängend. Befruchtung durch Vermittelung von Insekten. Die 2 Fruchtblätter nur durch die grosse schildförmig-5eckige Narbe verbunden, unten völlig frei als einfächerige, vielsamige Fruchtknoten. Balgkapseln bei der Reife meist völlig von einander getrennt, die Samenleiste sich von der übrigen Wandung lösend. Same mit sparsamem Endosperm, mit einem Schopf von seidenartigen Haaren. — Giftiger Milchsaft fast stets vorhanden. 1000 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Bei uns nur Vincetoxicum officinale Mnch. (Cynanchum Vincetoxicum RBr.), aber Periploca graeca L. (Syrien) und Hoya carnosa RBr., Wachsblume (tropisches Asien), oft cultivirt. Die Samenhaare von Asclepias syriaca L., Seidenpflanze (Nordamerika) als Ausstopfematerial hie und da noch benutzt, als Gespinnstfaser aufgegeben. A. Acida Roxb. (Ostindien), die heilige Soma-Pflanze der Inder, besitzt einen angenehm säuerlichen Milchsaft. Ebenso enthält Gymnema lactiferum RBr. (Ceylon) einen trinkbaren Milchsaft (Kuhbaum von Ceylon). Marsdenia tenacissima W. et Arn. (Bengalen) liefert im Baste dauerhafte Gespinnstfasern. Die cactusähnlichen Stapelien besonders am Cap heimisch. — 5 tertiäre Arten in 3 Gattungen.

49. Ordnung. Aggregatae.

B ✻ oder ↑, gewöhnlich in Köpfchen, ihr Typus K (4—5), C (4—5), A 4—5, G (2—5). K oft rudimentär oder als Pappus entwickelt. A meist der C eingefügt.

699. (Fam. 115.) Rubiaceae. Holzgewächse oder Kräuter mit gegenständigen, ungetheilten, ganzrandigen Blättern mit Nebenblättern. B ✻.

K blattartig oder oft nur als gezähnter, undeutlicher Saum auf dem Fruchtknoten. C 4—5spaltig, mit klappiger Knospenlage. G $\overline{(2)}$, 2fächerig, jedes Fach mit 1 oder mehreren anatropen Samenknospen. Griffel einfach oder 2theilig. Frucht kapsel-, beeren-, steinfrucht- oder nussartig. Keimling in der Axe oder am Grunde des knorpeligen Eiweisses. 4100 Arten in den Tropen und gemässigten Ländern.

I. Stellatae. Nebenblätter gross, oft getheilt, blattartig, daher scheinbar in 6- oder mehrgliederigen Quirlen stehende Blätter, von denen aber nur die eigentlichen Blätter Achselsprosse entwickeln. B typisch 4gliederig, doch manchmal mit Abweichungen. Frucht in 2 nuss- oder steinfruchtartige, 1samige Klausen zerfallend. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, vorzüglich der gemässigten Zonen. Dahin auch die deutschen Gattungen.

A. C 4spaltig, mit 4 Staubgefässen. Frucht trocken.
  1. Kelchsaum 6zähnig, mit 2 kleineren Zähnen. C trichterförmig: Sherardia.
  2. Kelchsaum undeutlich.
    a. C trichter- oder glockenförmig: Asperula.
    b. C radförmig: Galium.
B. C meist 5spaltig, radförmig, mit 5 Staubgefässen. Frucht saftig: Rubia.

II. Coffeae. Nebenblätter schuppenförmig, Fruchtfächer 1samig.

III. Cinchoneae. Nebenblätter schuppenförmig. Fruchtfächer vielsamig.

700. Zahlreiche Nutzpflanzen, von denen die wichtigsten folgende: I. Asperula odorata L., Waldmeister, Coumarin enthaltend, hauptsächlich zum Maitrank verwerthet. Rubia tinctorum L., Krapp, Färberröthe (Orient), des Farbstoffes (Alizarin und Purpurin) wegen wichtige Culturpflanze. — II. Coffea arabica L., Kaffeebaum, aus Ostafrika stammend, in den ganzen Tropen der Steinfrüchte wegen gebaut, deren Samen die Kaffeebohnen bilden; ihr Hauptbestandtheil ist Coffeïn. Cephaëlis Ipecacuanha Willd., Brechwurzel, Brasilien, officinell (Radix Ipecacuanhae — Emetin; häufig verwechselt mit den Wurzeln von Richardsonia scabra St. H., Brasilien, und Psychotria emetica Mutis, Neugranada, die auch Ipecacuanha-Sorten liefern). — III. Uncaria Gambir Roxb., Hinterindien und Sundainseln, liefert Catechu (Terra japonica). Cinchona L., China- oder Fieberrindenbäume, Bewohner der östlichen Abhänge der Anden Perus und Bolivias zwischen 1600—2400 Mtr. über dem Meere, jetzt auch in Ostindien und auf Java cultivirt, liefern in ihrer Rinde ausser anderen Stoffen vorzüglich Chinin und Cinchonin. Von den zahlreichen in den Handel kommenden Rindensorten ist die Abstammung nicht immer sicher bekannt. C. Calisaya Wedd. liefert die Königschina (China regia s. Calisaya), die beste und an Chinin reichste Rinde; C. micrantha R. et P. u. a. A. die China de Huanuco s. de Lima, C. officinalis L. und C. macrocalyx P. die China Loxa, C. succirubra Pav. die Ch. rubra dura, C. coccinea Pav. die Ch. rubra suberosa u. s. w. Falsche Chinarinden kommen namentlich von Arten der Gattungen Ladenbergia und Exostemma.

Fossile Rubiaceen, grösstentheils den Cinchoneen angehörend, werden in 27 Arten aus tertiären Schichten beschrieben.

701. (Fam. 116.) Caprifoliaceae. Meist Holzgewächse, zuweilen windend. Blätter gegenständig, meist ohne Nebenblätter. B * oder †, meist 5gliederig. Saum des K 4—5spaltig oder -theilig. C meist mit dachiger Knospenlage. A 5, gleichlang, bei Linnaea 4 didynamische. G 2—5fächerig, die Fächer mit 1 oder mehreren hängenden oder horizontalen, anatropen Samenknospen auf scheidewandständigen Placenten, oft mehrere Fächer unfruchtbar. Griffel getrennt oder verbunden. Beerenfrüchte oder Steinfrüchte. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 200 Arten, gemässigte Klimate, besonders die nördliche Halbkugel bewohnend.

I. Sambucoideae. C rad- oder glockenförmig, meist *. Griffel 3—5, getrennt, oder eben so viele sitzende, zuweilen verwachsene Narben. Fruchtknotenfächer mit 1 Samenknospe.

A. 3 Narbenlappen oder Narben.
  1. Kelchsaum halboberständig. C 5theilig. Steinfrucht mit 3—5 Steinen: Sambucus.
  2. Kelchsaum oberständig. C 5spaltig. Frucht mit 1 Steine: Viburnum.
B. 5 Griffel. Kelchsaum halboberständig, 3lappig. Staubgefässe bis zum Grunde 2theilig, daher scheinbar 10. Kleines Kraut mit kopfig gestellten, grünlichen Blüthen: Adoxa.

II. Loniceroideae. C glocken- oder röhrenförmig, meist ↑. Griffel ungetheilt, mit 3 Narben. Fruchtknotenfächer mit mehreren Samenknospen.
A. C meist ↑. A 5. Grosse Sträucher, oft windend: Lonicera.
B. C fast ✻, ihr glockiger Saum 5lappig. A 4 didynamisch. Kleiner, kriechender Strauch mit fadenförmigen Stengeln und aufrechten Blüthenzweigen: Linnaea.

Officinell die Blüthen von Sambucus nigra L. (Flores Sambuci — ätherisches Oel, Schleim) — die Früchte oft zu Suppen verwendet. Arten von Lonicera, Geisblatt, Symphoricarpus, Schneebeere, Viburnum, Schneeball, Abelia floribunda Decsn. (Mexiko), A. uniflora RBr. (China), Diervillea canadensis Willd. (Nordamerika), Weigelia rosea Lindl. (Japan) etc. als Ziersträucher cultivirt. — Lonicera, Sambucus und Viburnum, letztere Gattung mit 13 Arten, kommen schon im Tertiär vor.

702. (Fam. 117.) Valerianaceae. Kräuter mit meist fiedertheiligen oder -spaltigen, nebenblattlosen, gegenständigen Blättern. B meist in trugdoldig-rispigen Blüthenständen, von Hochblättern begleitet, die jedoch keine besondere Hülle bilden, ↑ oder asymmetrisch, ursprünglich 5gliederig. K rudimentär oder pappusartig als oft 10strahlige Haarkrone, die sich erst nach der Blüthe entwickelt, seltener fehlend. C oft mit einem Höcker oder Sporn an der Röhre, der Saum meist unregelmässig 5lappig. A unvollständig, 1—4, gewöhnlich nur 3. G $\overline{(3)}$, 3fächerig, doch nur 1 Fach mit 1 hängenden Samenknospe ausgebildet, die anderen 2 leer, später verschwindend oder aufgeblasen. Frucht nussartig. Same ohne Endosperm. Keimling gerade. 300 Arten, vorzüglich der gemässigten nördlichen Hemisphäre angehörend.

Valeriana: Kelchsaum an der Blüthe eingerollt, an der Frucht als federige Haarkrone ausgebreitet. C am Grunde mit Höcker.

Valerianella: Kelchsaum nicht eingerollt, gezähnt. C ohne Höcker.

Officinell der Wurzelstock von Valeriana officinalis L. (Rhizoma Valerianae — Baldriansäure, ätherisches Oel). Valerianella olitoria Poll. var. oleracea Schl., Rapünzchen, als Salatpflanze gebaut.

703. (Fam. 118.) Dipsaceae. Meist Kräuter ohne Nebenblätter. B meist klein, in Aehren oder Köpfchen, deren untere, stärker entwickelte Tragblätter eine vielblätterige Hülle (Hüllkelch, involucrum) bilden, ☿, ursprünglich 5gliederig, jede einzelne mit einem aus verwachsenen Vorblättern gebildeten Aussenkelche. Der eigentliche K oft in Form borstenartiger Zipfel. C 2lippig, 5spaltig oder 4spaltig. Staubgefässe durch Fehlschlagen des hinteren nur 4. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 hängenden Samenknospe. Keimling in der Axe des sparsamen, fleischigen Endosperms. 120 Arten, vorzüglich in der nördlichen gemässigten Zone und am Cap.

A. K beckenförmig, ohne Borsten, ganzrandig oder vielkerbig. Aussenkelch 4kantig, 8furchig. Pflanze stachelig.
  1. B in Aehren, welche mit einem aus stechenden, die Spreublätter überragenden Blättern gebildeten Hüllkelche versehen sind: Dipsacus.
  2. B in Köpfen, die nicht stechenden Hüllkelchblätter die Spreublätter nicht überragend: Cephalaria.
B. Kelchsaum in borstenförmige Zähne getheilt.
  1. Aussenkelch ungefurcht. Spreublätter fehlend. Kelchsaum mit 8—16 Borsten: Knautia.
  2. Aussenkelch gefurcht. Spreublätter vorhanden. Kelchsaum mit 5 Borsten.

a. Aussenkelch mit krautigem Saume: Succisa.
b. Aussenkelch mit trockenhäutigem Saume: Scabiosa.

Dipsacus Fullonum L., Weberkarde, Südeuropa, die Köpfchen bei der Tuchbereitung benutzt. Arten von Scabiosa als Zierpflanzen.

704. (Fam. 119.) Compositae. Vorwiegend Kräuter von sehr verschiedenartigem Habitus, mit spiralig gestellten, seltener gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B ☿ oder zum Theil (selten alle) eingeschlechtlich oder geschlechtslos, klein, fast immer in vielblüthigen (selten 1blüthigen) Köpfchen, welche von einer Hülle (Hüllkelch) spiralig gestellter (selten 1reihiger), zuweilen etwas verwachsener Hochblätter umgeben sind. Tragblätter (Spreublättchen) der einzelnen B häufig spreuartig, oft auch fehlend. K nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen vorhanden oder fehlend, meist eine Krone (Pappus) verschieden gestalteter Haare bildend, die sich erst nach der Blüthezeit stärker entwickelt (§ 586, Fig. 210) und dann oft durch eine Verlängerung der Frucht emporgetragen wird. C *, röhrig oder röhrigglockig, mit 5spaltigem Saume (Röhrenblüthen), oder ↑ und dann meist zungenförmig, der einseitige Saum 3- oder 5zähnig (Zungenblüthen), oder auch die ↑ B in selteneren Fällen 2 lippig, mit 2lappiger Ober- und 3lappiger Unterlippe. Röhren- und Zungenblüthen oft in demselben Blüthenstande und dann letztere die äusseren (Randblüthen), die Röhrenblüthen die inneren (Scheibenblüthen) des Köpfchens. Staubgefässe 5, der C eingefügt, mit seltenen Ausnahmen mit den Antheren zu einer Röhre verklebt, durch welche der lange, in 2 Narben gespaltene Griffel hindurchgeht. Fruchknoten 1fächerig, mit 1 grundständigen anatropen Samenknospe. Frucht eine 1samige Achene. Same ohne Endosperm, mit meist geradem Keimling. Die grösste, etwa 10000 Arten umfassende, über die ganze Erde und bis in die höchsten Gebirgsregionen verbreitete Familie der Phanerogamen.

705. I. Unterfam. Tubuliflorae. Sämmtliche Blüthen sind Röhrenblüthen, oder die randständigen sind Zungenblüthen, die centralen (Scheibenblüthen) Röhrenblüthen.

A. Köpfchen 1blüthig, zu einem grösseren Kopfe zusammengestellt: Echinops.
B. Köpfchen mehrblüthig, normal.
1. ♂ und ♀ B in verschiedenen Köpfchen, aber auf derselben Pflanze. Die ♂ Köpfchen vielblüthig, ihre Axe cylindrisch, der Hüllkelch aus 1reihigen, nicht verwachsenen Blättern gebildet, die Staubbeutel frei, der Griffel verkümmert. Die ♀ Köpfe 2blüthig, ihr Hüllkelch aus verwachsenen Blättern gebildet, deren Spitzen als Stacheln vorragen, 2fächerig, nach der Blüthe vergrössert und erhärtet: Xanthium (bildet die Unterfamilie der Ambrosiaceae, § 671).
2. ♂ und ♀ B in demselben Köpfchen, die Antheren verklebt: normale Compositen.
a. Alle B ☿, röhrenförmig.
* Blüthenstandsaxe (Fruchtboden) nackt, d. h. ohne Spreublätter.
α. Hüllkelch einfach. Schenkel des Griffels fadenförmig verlängert: Adenostyles.
β. Hüllkelch dachziegelig.
0 Schenkel des Griffels fadenförmig verlängert: Eupatorium.
00 Schenkel des Griffels lanzettlich verschmälert, spitz: Linosyris (zu Aster).
** Fruchtboden tief grubig, die Ränder der Gruben fransig gezähnt: Onopordum.
*** Fruchtboden mit Spreublättchen oder Borsten.
α. Pappus von keinem vorragenden Rande umgeben, fest mit dem oberen Theile der Frucht verwachsen und nur mit dieser abfallend: Carlina.

β. Pappus von einem von der Frucht entspringenden, verragenden Rande umgeben und mit diesem abfallend.
  0 Pappus haarig, die Haare gezähnelt: Carduus.
  00 Pappus federig: Cirsium.

γ. Pappus einem auf der Frucht befindlichen Knopfe angewachsen und mit diesem abfallend: Jurinea.

δ. Pappus einfach haarförmig oder federig, die Haare zuletzt einzeln abfallend.
  0 Pappus federig: Saussurea.
  00 Pappus haarig oder borstig.
    × Blättchen des Hüllkelches an der Spitze nicht hakenförmig.
      § Die innerste Reihe der Pappushaare länger, Achene zusammengedrückt: Serratula.
      §§ Die innerste Reihe der Pappushaare sehr kurz. Frucht 4kantig: Kentrophyllum.
    × × Blättchen des Hüllkelches mit hakenförmiger Spitze: Lappa.

b. Die randständigen B ♀, zungen- oder röhrenförmig, die der Mitte ☿, fruchtbar, stets röhrenförmig.

* Randblüthen röhrenförmig.

α. Blättchen des Hüllkelches krautig oder nur am Rande trockenhäutig: Filago.

β. Blättchen des Hüllkelches trockenhäutig.
  0 ♀ B einreihig, wenige; Fruchtboden flach: Helichrysum.
  00 ♀ B mehrreihig; Fruchtboden gewölbt: Gnaphalium.

** Randblüthen zungenförmig (in seltenen Fällen fehlend: Tanacetum-Arten, Cotula, Artemisia; s. diese).

α. Fruchtboden ohne Spreublättchen.
  0 Kelchsaum aus Haaren gebildet.
    × Hüllkelch dachziegelig.
      § Staubbeutel geschwänzt.
        ! Aeussere Haarreihe des Pappus kurz, in ein Krönchen verwachsen: Pulicaria.
        !! Pappus ohne Krönchen, die Haare gleichlang: Inula.
      §§ Staubbeutel ungeschwänzt.
        ! ♀ B mehrreihig, nur die äusseren zungenförmig, die inneren röhrig: Erigeron.
        !! ♀ B einreihig.
          — Frucht zusammengedrückt, nicht gerippt. Randblüthen verschiedenfarbig: Aster (mit Linosyris; s. oben).
          = Frucht stielrund, gerippt. Randblüthen gelb: Solidago.
    × × Hüllkelch aus 1—3 Reihen gleich langer Blättchen gebildet, nicht dachziegelig, oder die äusseren Blättchen eine Aussenhülle bildend.
      § Pappus verschieden, derjenige der Randblüthen einfach; derjenige der Scheibenblüthen doppelt, aus einer äusseren Reihe kurzer und einer inneren Reihe langer Haare gebildet: Stenactis.
      §§ Pappus aller B gleich.
        — Hüllkelch halbkugelig oder ziemlich flach.
          aa. Griffelschenkel verschmälert, spitz: Bellidiastrum.
          bb. Griffelschenkel kopfig, abgestutzt.
            αα. Randständige Früchte ohne Pappus: Doronicum.
            ββ. Alle Früchte mit Pappus: Aronicum.
        = Hüllkelch walzlich.
          aa. Griffelschenkel fadenförmig: Ligularia.
          bb. Griffelschenkel oberwärts verdickt, mit kegelförmiger Spitze: Arnica.
          cc. Griffelschenkel kopfig, abgeschnitten-stumpf.

αα. Hüllkelch mit Aussenhülle: Senecio.
ββ. Hüllkelch einfach: Cineraria.
00 Kelchsaum nicht aus Haaren gebildet.
× Hüllkelch aus 2reihigen, gleichlangen Blättchen bestehend: Bellis.
× × Hüllkelch dachziegelig.
§ Früchte geschnäbelt: Carpesium.
§§ Früchte schnabellos.
! Randblüthen fadenförmig oder fehlend.
— Früchte des Köpfchenrandes blattartig flach: Cotula.
= Früchte verkehrt eiförmig, flügellos: Artemisia.
!! Randblüthen zungenförmig (selten röhrig-glockig bei Arten von Tanacetum).
— Randständige Früchte geflügelt: Chrysanthemum.
= Randständige Früchte nicht geflügelt.
aa. Früchte gleichmässig 5—10streifig.
αα. Früchte ohne, oder nur die randständigen mit Kelchsaum: Leucanthemum.
ββ. Alle Früchte mit kronenförmigem Kelchsaum: Tanacetum.
bb. Früchte mit ungleich entfernten Streifen. Blüthenboden kegelförmig, hohl: Matricaria.
β. Fruchtboden mit Spreublättchen (Pappus nicht haarförmig).
0 Hüllkelch einreihig, einfach: Galinsoga.
00 Hüllkelch dachziegelig.
× Griffelschenkel kurz-eiförmig, aufrecht: Xeranthemum.
× × Griffelschenkel fadenförmig, zurückgekrümmt.
§ Staubbeutel ungeschwänzt.
! Randblüthen mit rundlich-eiförmiger Platte: Achillea.
!! Randblüthen mit zungenförmiger Platte: Anthemis.
§§ Staubbeutel geschwänzt.
! Randständige Früchte 3seitig: Buphthalmum.
!! Alle Früchte stielrund: Telekia.
c. Die randständigen B ♀, aber durch Fehlschlagen des Griffels und der Narbe geschlechtslos. Scheibenblüthen ☿ und fruchtbar.
* Fruchtboden um die Früchte herum mit spreuartigen Borsten besetzt: Centaurea.
** Jede Blüthe in der Achsel eines Spreublattes.
α. Hüllkelch 2reihig. Kelchsaum (Pappus) aus 2—4 bleibenden, rückwärtsstacheligen, starren Borsten gebildet: Bidens.
β. Hüllkelch dachziegelig. Kelchsaum aus 2 oder 4 hinfälligen Schuppen bestehend: Helianthus.
d. Randblüthen ♀ und fruchtbar, Scheibenblüthen ♂ oder ☿, dann aber unfruchtbar.
* Kelchsaum (Pappus) haarig.
α. Randblüthen zungenförmig, mehrreihig, gelb. Köpfe einzeln endständig: Tussilago.
β. Randblüthen fadenförmig, an einigen Exemplaren mit zahlreichen unfruchtbaren Zwitterblüthen nur 1reihig, an anderen mit wenigen Zwitterblüthen mehrreihig. Köpfe in Rispen: Petasites.
** Kelchsaum fehlend: Calendula.

706. II. Unterfam. Labiatiflorae. Blüthen 2lippig, Oberlippe 2-, Unterlippe 3lappig oder -zähnig. Nur aussereuropäische Gattungen, von denen Arten von Mutisia (Südamerika) mit gefiederten, in eine Ranke auslaufenden Blättern manchmal in Gewächshäusern cultivirt werden.

III. Unterfam. Liguliflorae. Alle B zungenförmig, ☿.

A. Kelchsaum aus Haaren gebildet.
1. Pappushaare federig.
a. Fruchtboden mit Spreublättchen: Hypochoeris (mit Achyrophorus).

b. Fruchtboden ohne Spreublättchen.
   * Hüllkelch einreihig, am Grunde verwachsen: Tragopogon.
   ** Hüllkelch dachziegelig (frei) oder mit Aussenhülle.
      α. Federchen des Pappus verwebt.
         0 Frucht oberwärts etwas verschmälert, am Grunde mit sehr kurzer Schwiele: Scorzonera.
         00 Frucht oberwärts nicht verschmälert, die Schwiele am Grunde stielartig verlängert und dicker als die Frucht selbst: Podospermum.
      β. Federchen des Pappus frei.
         0 Pappus bleibend.
            × Hüllkelch 2reihig, Frucht lang geschnäbelt, Stengel beblättert· Helminthia.
            × × Hüllkelch dachziegelig, Frucht oben ein wenig verschmälert; Laubrosette.
               § Randständige Früchte mit kronenförmigem, etwas gefranstem Kelchsaume: Thrincia.
               §§ Alle Früchte mit Haarkrone: Leontodon.
         00 Pappus abfallend. Frucht kurz geschnäbelt: Picris.

2. Pappushaare einfach.
   a. Früchte an der Basis des Schnabels von Schuppen oder von einem Ringe umgeben.
      * Blüthen 7—12, 2reihig: Chondrilla.
      ** Blüthen ∞, vielreihig: Taraxacum.
   b. Früchte ohne Schuppen und Ring, oder ganz schnabellos.
      * Früchte stark zusammengedrückt.
         α. Früchte geschnäbelt: Lactuca.
         β. Früchte schnabellos.
            0 Pappus von einem Krönchen umgeben, steif und zerbrechlich: Mulgedium.
            00 Pappus ohne Krönchen, weich und biegsam: Sonchus.
      ** Früchte stielrund.
         α. Köpfchen 3—5blüthig: Prenanthes.
         β. Köpfchen vielblüthig.
            0 Pappus haarförmig, weich, nicht zerbrechlich: Crepis.
            00 Pappus borstenförmig, nicht zerbrechlich: Soyeria.
            000 Pappus zerbrechlich: Hieracium.

B. Kelchsaum nicht haarig, fehlend, oder aus einem Krönchen gebildet.
   1. Hüllkelch 2reihig, die äussere Reihe abstehend, die innere aufrecht, am Grunde verwachsen: Cichorium.
   2. Hüllkelch 1reihig.
      a. Fruchttragender Hüllkelch wulstig, kugelig zusammenschliessend: Arnoseris.
      b. Fruchttragender Hüllkelch unverändert, die Blättchen aufrecht.
         * Frucht 2riefig: Lampsana.
         ** Frucht 5riefig: Aposeris.

707. Wichtigere Arten sind folgende:

I. Tussilago Farfara L., Huflattich, das Kraut officinell (Folia Farfarae — Schleim, Gerbstoff, Bitterstoff). Aster chinensis L. (Callistephus chinensis Nees), Zierpflanze aus China; zahlreiche nordamerikanische ausdauernde Arten als Zierpflanzen und oft an Flussufern verwildert. Bellis perennis L., Tausendschön, in seiner gefüllten Form als Zierpflanze. Solidago canadensis L. u. a. nordamerikanische Arten als Zierpflanzen. Inula Helenium L., Alant, officinell (Radix Helenii s. Enulae — Helenin, scharfes Weichharz, bitterer Extractivstoff, Inulin). Dahlia variabilis Desf., Georgine, Mexiko; Zierpflanze in zahlreichen Varietäten. Zinnia elegans Jacq., Zierpflanze aus Mexiko. Calliopsis bicolor Rchb., Nordamerika, Zierpflanze. Helianthus annuus L., Sonnenblume, wahrscheinlich aus Peru, als Oelfrucht gebaut; H. tuberosus L., Topinambur, wahrscheinlich aus Nordamerika, wird der Knollen wegen cultivirt. Spilanthes oleracea L., Parakresse, aus Südamerika, das Kraut officinell (Herba Spilanthis — ätherisches Oel, Gerbstoff). Tagetes patula L. u. a. mexikanische Arten als Zierpflanzen. Madia sativa Mol., aus Chile stammend, als Oelfrucht gebaut. Anthemis nobilis L., römische Kamille, Südeuropa, die Blüthen officinell (Flores

Chamomillae romanae — ätherisches Oel, Harz, bitterer Extractivstoff, Kamillensäure). Anacyclus officinarum Hayne, Bertramwurzel, aus Südeuropa stammend, officinell (Radix Pyrethri germanici — scharfes Harz, ätherisches Oel, bitterer Extractivstoff, Inulin). A. Pyrethrum DC., aus Nordafrika und Südeuropa, liefert die römische B. (Radix Pyrethri romani) mit gleichen Stoffen. Achillea millefolium L., Schafgarbe, officinell (Herba et Flores Millefolii — ätherisches Oel, Harz, Achillein, Achilleasäure). Matricaria Chamomilla L., officinell (Flores Chamomillae vulgaris — ätherisches Oel, Harz, Bitterstoff, Kamillensäure, Anthemidin). Chrysanthemum indicum Thbg. aus Ostasien, sowie a. A. als Topfgewächse cultivirt. Pyrethrum roseum Bieb., Persien, Kaukasus; in den Blüthen das persische Insektenpulver liefernd. Artemisia Absinthium L., Wermuth, officinell (Herba Absinthii — ätherisches Oel, Absinthin, Bernsteinsäure, Gerbsäure); A. Dracunculus L., Esdragon (Südrussland) und A. Abrotanum L. als Küchengewürze cultivirt; A. vulgaris L., Beifuss, officinell (Radix Artemisiae — Harz, ätherisches Oel, Schleimzucker, Inulin) und die Blüthenstände als Küchengewürz; A. Cina Bg., A. Vahliana Kost. u. a. A. Westasiens liefern die officinellen „Wurmsamen" (Flores Cinae levantici s. Semen Cinae — ätherisches Oel etc.) Ammobium alatum RBr., Zierpflanze aus Neuholland. Helichrysum arenarium DC., Immortelle, zu Kränzen; viele Arten der Gattung, namentlich solche vom Cap, als Zierpflanzen. Arnica montana L., Wohlverleih, officinell (Radix et Flores Arnicae — ätherisches Oel, Harz, Arnicin). Arten der Gattung Cineraria als Zierpflanzen. Calendula officinalis L., Ringel- oder Todtenblume, Südeuropa, Zierpflanze. Cnicus benedictus Gärtn., Cardobenedictenkraut (Südeuropa, Orient), officinell (Herba Cardui benedicti — Cnicin). Carlina acaulis L., Eberwurz, officinell (Radix Carlinae — Inulin, Harz, ätherisches Oel). Carthamus tinctorius L., Saflor (Aegypten), liefert gelben und rothen Farbstoff in den Blüthen. Cynara Scolymus L., Artischokke (Vaterland unbekannt), Gemüsepflanze. Serratula tinctoria L., Scharte, liefert in den Wurzeln einen gelben Farbstoff. Lappa major Gärtn., L. minor DC. und L. tomentosa Lam., Klette, sind officinell (Radix Bardanae — Bitterstoff, Gerbstoff, Inulin etc.). —

III. Cichorium Intybus L., Cichorie, die geröstete Wurzel als Kaffeesurrogat dienend. C. Endivia L., Endivie, als Salatpflanze gebaut. Scorzonera hispanica L., Schwarzwurzel (aus Südeuropa), Wurzel als Gemüse gegessen, daher die Pflanze hier und da im Grossen gebaut. Taraxacum officinale Wigg., Löwenzahn, officinell (Radix Taraxaci — Taraxacin, Harz, Zucker, Inulin). Lactuca virosa L., Giftlattich, officinell (Herba Lactucae virosae — Lactucin, Lactucon, Lactucasäure). L. sativa L. als Salatpflanze (Kopfsalat) gebaut.

Von Compositen sind 27 Arten (4 Gattungen) im Tertiär bekannt.

Die kleine Familie der Calycereae ist von den Compositen hauptsächlich nur durch den 5theiligen, blattartigen Kelch verschieden. 20 südamerikanische Arten.

50. Ordnung. Campanulinae.

B ⁎ oder ↑, ihr Typus K 5, C (5), A (5) oder A 5, G $\overline{(2-5)}$. K blattartig, mit schmalen Zipfeln. A meist ohne Zusammenhang mit der C, aber oft unter sich verwachsen, zuweilen unvollzählig.

708. (Fam. 120.) Campanulaceae. Kräuter oder Halbsträucher mit meist spiralig gestellten, einfachen Blättern ohne Nebenblätter, oft mit Milchsaft. B ☿, meist ⁎. K zuweilen nur halboberständig, 5theilig oder 5spaltig. C mit 5lappigem Saume, der unpaare Abschnitt vorne. Staubgefässe 5, mit den Kronenlappen abwechselnd, die Staubfäden an der Basis verbreitert, die Staubbeutel öfter am Grunde verwachsen. Fruchtknoten 2—5fächerig, meist 3fächerig, mit mittelständigen Samenleisten. Samenknospen ∞, horizontal, anatrop. Griffel oberwärts 2—5theilig. Frucht meistens eine Kapsel, deren Fächer an der Spitze oder am Rande mit Löchern aufspringen, oder sich mit Längs- oder Querspalten öffnen. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 500, die gemässigten und warmen Zonen bewohnende Arten.

709. Deutsche Gattungen sind:

I. C bis fast zum Grunde in 5 linealische, von unten nach oben sich trennende Abschnitte getheilt.
  A. Staubfäden fadenförmig. Kapsel an der Spitze 2klappig: Jasione.
  B. Staubfäden unten verbreitert. Kapsel mit seitlichen Löchern aufspringend: Phyteuma.
II. C trichter-, glocken- oder radförmig, mit 5lappigem Saume.
  A. Kapsel mit Löchern aufspringend.
    1. Oberweibige Scheibe flach. Kapsel kreiselförmig. C glockenförmig: Campanula.
    2. Oberweibige Scheibe um den Griffel in Form eines Röhrchens erhöht, sonst wie 1: Adenophora.
  B. Kapsel prismatisch, mit Seitenritzen sich öffnend. Die C radförmig: Specularia.
  C. Kapsel an der Spitze mit 3—5 Klappen aufspringend. Die C glocken- oder trichterförmig: Wahlenbergia.

Arten von Campanula, Glockenblume, werden als Zierpflanzen cultivirt. Die rübenförmige Wurzel von C. Rapunculus L., Rapunzel, dient als Gemüse.

710. (Fam. 121.) Lobeliaceae. Meist Milchsaft führende Kräuter, selten Holzgewächse, mit spiraligen Blättern ohne Nebenblätter. B meist ☿, meist ↑, oft umgewendet. C auf der Vorderseite meist der Länge nach gespalten, der Saum 2lippig, der vordere Abschnitt 2lappig, der hintere, grössere 3lappig. Durch Drehung des Blüthenstieles wird jedoch die vordere Lippe zur Oberlippe, die hintere zur 3lappigen Unterlippe. Oberer Theil der Staubfäden und die Antheren zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 2—3fächerig und mit mittelständigen, durch Verkümmerung auch 1fächerig und dann mit wandständigen Samenleisten. 1 Griffel mit meist 2lappiger Narbe. Frucht eine Beere oder eine fachspaltig aufspringende Kapsel. Keimling in der Axe des fleischigen Eiweisses. 400, den Tropen und gemässigten Klimaten angehörende Arten.

In Deutschland nur Lobelia Dortmanna L., ein unter dem Wasser in Seen und Sümpfen wachsendes Kraut mit zur Blüthezeit emportauchenden Aehren. — L. inflata L. (Nordamerika) ist officinell (Herba Lobeliae — Lobelin, Lobeliasäure). — Verschiedene Lobelien als Zierpflanzen.

711. (Fam. 122.) Stylidiaceae. Meist Kräuter ohne Milchsaft und oft mit verkürzter Axe. Blätter spiralig, nebenblattlos, einfach. B ↑. A durch Fehlschlagen nur 2, mit dem Griffel verwachsen, die meist weit aus der C vorragende Griffelsäule knieförmig gebogen, reizbar (§ 326). Fruchtknoten 2fächerig, mit centralen Placenten.

712. (Fam. 123.) Goodeniaceae. Meist Kräuter ohne Milchsaft, mit spiralig gestellten, einfachen, nebenblattlosen Blättern. B ↑, vorzüglich dadurch ausgezeichnet, dass am Ende des Griffels eine die Narbe becherförmig umschliessende, reizbare Hülle (Indusium) entspringt. 150 Arten in Australien und am Cap.

713.? (Fam. 124.) Cucurbitaceae. Meist einjährige, seltener ausdauernde, saftreiche Kräuter, die mittelst spiralig gerollter Ranken klettern. Blätter spiralig gestellt, rauh, handnervig, meist am Grunde herzförmig, oft 5lappig. B *, einzeln achselständig oder in achselständigen Blüthenständen, meist monöcisch, seltener diöcisch. K 5gliederig, der unpaare Abschnitt nach hinten. A 5, durch „Verwachsung“ meist nur 3, oder auch 1 (d. h. 2 Paare „verwachsen“ und 1 frei — oder alle 5 „verwachsen“; vgl. § 590), mit gewundenen Antheren. $G_{(3)}$, seltener $G_{(1-5)}$, 1- bis mehrfächerig, mit meist ∞ Samenknospen. Griffel meist sehr kurz, mit 3—5lappigen Narben.

Frucht eine meist sehr grosse Beere (Kürbisfrucht). Same ohne Endosperm. 500, meist den subtropischen Zonen und den Tropen angehörende Arten.

In Deutschland nur Bryonia wild wachsend. Die rübenförmige Wurzel von B. alba L. und B. dioica Jacq. früher officinell. Cucumis sativus L., Gurke und C. Melo L., Melone, beide aus Asien, ferner Cucurbita Pepo L., Kürbis, ebenfalls in Asien heimisch, werden der Früchte wegen cultivirt. Andere Cucurbitaceen, namentlich Cucurbita Melopepo L., Türkenbund (Südasien), Lagenaria vulgaris Ser., Flaschenkürbis (Ostindien), Ecbalium Elaterium Rich., Spritzgurke (Südeuropa), etc. werden oft in Gärten cultivirt. Officinell sind die Früchte von Citrullus Colocynthis Arn. (Orient), Koloquinthe (Colocynthides — Colocynthin); C. vulgaris Schrad., Wassermelone (Ostindien), die Früchte in den Tropen beliebtes Nahrungs- und Erfrischungsmittel.

51. Ordnung. Primulinae.

B ⁎, meist 5- (seltener 4—7) gliederig, ihr Typus K (5), [C (5) A 5], G (5). Staubgefässe so viele als Kronenzipfel, vor diesen stehend (vgl. § 592). Carpellblätter vor den Kelchabschnitten. Fruchtknoten 1 fächerig, mit freier, centraler Placenta oder einer centralen, grundständigen Samenknospe.

714. (Fam. 125.) Primulaceae. Kräuter mit meist verkürztem Stengel und gewöhnlich spiralig, selten quirlig gestellten, nebenblattlosen Blättern. B meist in Dolden, seltener trugdoldig oder rispig. K nur bei Samolus halboberständig, 5spaltig oder -theilig. C (nur bei Glaux fehlend) 5lappig, die Abschnitte in der Knospe dachziegelig oder gedreht. Staubgefässe bei Primula im Verhältniss zur Griffellänge von zweifacher Einfügung (§ 608). Griffel ungetheilt. Placenta frei, central, mit ∞ Samenknospen. Kapsel an der Spitze mit 5 oft 2spaltigen Zähnen, seltener mit Deckel aufspringend. Keimling gerade, im fleischigen Endosperm. 250 Arten; Familie über die ganze Erde verbreitet.

I. 7 Staubgefässe. B sonst 5—9gliederig. C radförmig: Trientalis.

II. 5 Staubgefässe.
- A. Kelch halboberständig. Zwischen den Kronenlappen 5 pfriemenförmige Anhängsel (Staminodien): Samolus.
- B. Kelch unterständig.
  - § Blumenkrone vorhanden.
    - 1. Kapsel mit Deckel aufspringend: Anagallis.
    - 2. Kapsel mit Zähnen aufspringend.
      - a. Die Zipfel der C am Ende der glockigen Röhre vollständig zurückgeknickt: Cyclamen.
      - b. Krone trichter-, teller- oder radförmig.
        - † Kelch 5theilig.
          - α. Krone radförmig, 5theilig: Lysimachia.
          - β. Krone tellerförmig, die Röhre walzlich, der Saum 5theilig; im Wasser schwimmende Pflanze: Hottonia.
          - γ. Krone trichterförmig, der Saum in zahlreiche Zipfel zerspalten: Soldanella.
        - †† Kelch 5spaltig oder -zähnig.
          - α. Staubgefässe am Grunde frei.
            - 0 Kronenröhre eiförmig, an der Spitze verengert: Androsace.
            - 00 Kronenröhre walzlich oder keulig: Primula.
          - β. Staubgefässe am Grunde durch einen Ring verbunden: Cortusa.
  - §§ Blumenkrone fehlend, Kelch gefärbt: Glaux.

III. 4 Staubgefässe, K und C 4gliederig: Centunculus.

Officinell die Blüthen von Primula officinalis Jacq., Primel (Flores Primulae). P. elatior Jacq. in verschieden gefärbten Varietäten auch als Gartenpflanze; ebenso P. Auricula L., Au-

rikel. P. chinensis Lindl. aus China, beliebte Topfpflanze, desgleichen mehrere Arten von Cyclamen, Alpenveilchen (C. europaeum L., C. hederaefolium Ait., C. persicum Mill.).

715. (Fam. 126.) Myrsineae. Bäume oder Sträucher der Tropen, etwa 350 Arten. Stimmen im Blüthenbaue mit den Primulaceen überein, unterscheiden sich hauptsächlich nur durch die Beerenfrucht.

Ardisia crenulata Vent. (Antillen) häufige Zimmerzierpflanze. Die Früchte von Maesa picta (Abyssinien) liefern ein Bandwurmmittel (Saoria). Clavija ornata Don. (Neugranada) von palmenähnlichem Habitus. — 6 Gattungen mit 48 Arten (37 Myrsine) sind aus dem Tertiär bekannt.

Die verwandten Aegicereae durch eiweisslose Samen verschieden. Bäume des tropischen Asiens und Australiens; Küstenwälder.

716. (Fam. 127.) Plumbagineae. Meist Kräuter mit einfachen, ganzrandigen Blättern in grundständiger Rosette. B in Rispen, deren Aeste Wickel sind, oder in einfachen Aehren mit Gipfelblüthe. K 5zähnig, oft trockenhäutig, weiss und glänzend. C oft bis zum Grunde 5theilig, in der Knospe gedreht. Fruchtknoten mit nur 1 langgestielten, grundständigen Samenknospe und 5 Griffeln. Keimling gerade, im spärlichen Endosperm liegend. Frucht eine Nuss oder Kapsel. 250 Arten; Tropen und gemässigte Zonen, vorzüglich Küsten- und Steppenbewohner.

In Deutschland nur Statice (mit Einschluss von Armeria). In Südeuropa noch Plumbago. (P. Larpenthae Lindl. Zierpflanze aus China.)

52. Ordnung. Diospyrinae.

B ✳, 3—8zählig, gewöhnlich K (4), C (4), A 4 + 4, G $\underline{(4)}$. Aussere Staubgefässe häufig unterdrückt, die inneren vor den Krontheilen, zuweilen auch A ∞. Carpelle vor den Kelchtheilen. Fruchtknoten mehrfächerig, mit wandständigen Samenträgern.

717. (Fam. 128.) Sapotaceae. Bäume oder Sträucher mit Milchsaft. Blätter spiralig, ganzrandig, nebenblattlos. B ☿. A meist 5, oft ∞ Staminodien. Griffel 1. Fächer des vielfächerigen Fruchtknotens mit 1 aus dem Grunde aufsteigenden Samenknospe. Vielfächerige Beere, oft durch Fehlschlagen 1fächerig. Samen mit oder ohne Eiweiss. 300 Tropenbewohner.

Isenandra gutta Lindl. (Ostindien, Sumatra) liefert Guttapercha, Sideroxylon triflorum Vahl das westindische Eisenholz, Achras Sapota L. (Westindien, Südamerika) vorzügliche essbare Früchte, Bassia longifolia L. und B. butyracea Roxb. (Ostindien) in den Samen fettes Oel. — 44 Arten (5 Gattungen) in tertiären Schichten.

718. (Fam. 129.) Ebenaceae. Bäume und Sträucher ohne Milchsaft mit meist dichtem, festem Holze. Blätter spiralig gestellt, einfach, lederartig. B achselständig, meist einzeln, ☿ oder meist diclinisch, 3—6zählig. Staubgefässe im Grunde der Kronenröhre eingefügt, seltener bodenständig, meist doppelt so viele als Kronenlappen, oft bis zum Grunde gespalten. Fruchtknoten 3 — ∞fächerig. Samenknospen in jedem Fache 1—2, hängend. Beerenfrucht. Samen mit knorpeligem Eiweiss.

Die Unterabtheilung der Styraceae, welche oft auch als eigene Familie betrachtet wird, unterscheidet sich durch den ganz oder halb oberständigen Kelch.

300 Tropenbewohner, vorzüglich Amerikaner und Asiaten.

Diospyros Lotus L., Dattelpflaume (Nordafrika und Südeuropa) mit essbaren Früchten. D. Ebenum Retz. und verwandte Arten, besonders Ceylons, sowie auch Maba Ebenus Spr. (Molukken), das schwarze Ebenholz liefernd. Styrax Benzoin Dry. (Benzoin officinale Hayne),

Sundainseln, liefert das officinelle Benzoëharz (Resina Benzoë — Harz, Benzoësäure, oft auch Zimmtsäure), S. officinalis L. (Orient) Storax (obselet). 43 Ebenaceen und 11 Styraceen kommen im Tertiär vor.

53. Ordnung. Bicornes.

719. Meist Holzgewächse ohne Nebenblätter. B meist *, 4—5zählig, selten mehrzählig. Staubgefässe meist doppelt so viele als Kronentheile, ein Kreis interponirt, alle sammt der C einem unter-, selten oberständigen Ringe eingefügt. Pollenzellen fast stets zu 4 zusammenhängend. Fruchtknoten unter- oder oberständig, mehrfächerig, mit grossen, gegen die Fachhöhlung zurückgebogenen Placenten, die Carpellblätter vor den Kronentheilen, der Griffel einfach. Keimling gerade, im Endosperm liegend.

720. (Fam. 130.) Epacrideae. Sträucher mit spiralig gestellten, seltener gegenständigen, mehr oder weniger dicht gedrängten, immergrünen, einfachen, oft starren Blättern. B meist in endständigen Aehren oder Trauben, meist 5zählig. C glockig oder trichterförmig, meist schön gefärbt, in der Knospe dachig. A meist 5, da der interponirte Kronenkreis fehlt. Antheren mit nur einer Spalte aufspringend. Fruchtknoten am Grunde von freien oder verwachsenen Schuppen umgeben. Kapsel, Beere oder Steinfrucht. 230 australische Arten, welche dort die Ericaceen ersetzen.

721. (Fam. 131.) Ericaceae. Sträucher, zuweilen baumartig, mit meist immergrünen, gewöhnlich dicht gedrängten, einfachen Blättern. B gipfel- oder achselständig, meist in Trauben oder Rispen, 4—6zählig. K unterständig. C in der Knospe gedreht, bei 5 Abschnitten der unpaare vorne. Staubgefässe doppelt so viele als Kronabschnitte, die Antheren durch ein spitzes Anhängsel jeder Hälfte 2hörnig, an der Spitze mit einem Loche oder doch mit einer nicht bis zum Grunde reichenden Spalte aufspringend. Fruchtknoten oberständig, seine Fächer so viele als Kronentheile und vor denselben, meist mit mehreren hängenden Samenknospen. Frucht eine fachspaltige Kapsel oder fleischig. 900 Arten, die meisten am Cap.

I. Staubgefässe 8.
  A. Krone tief 4spaltig, so lang oder kürzer als der Kelch. Kapsel den Scheidewänden gegenüber aufspringend, diese dem Mittelsäulchen angewachsen: Calluna.
  B. Krone 4zähnig, länger als der Kelch. Kapsel fachspaltig aufspringend, die Scheidewände auf den Klappen: Erica.

II. Staubgefässe 10.
  A. Kapsel 5fächerig, 5klappig: Andromeda.
  B. Kugelige Steinfrucht mit 5 Steinen: Arctostaphylos.

Officinell die Blätter vom Arctostaphylos officinalis W. et Gr. (A. uva ursi Spr.), Bärentraube (Folia Uvae ursi — Arbutin, Ericolin, Ursen, Ericinen). Calluna vulgaris Salisb., Haidekraut, Besenhaide; Charakterpflanze der Haiden, die Blüthen für Bienenzucht wichtig. Erica Tetralix L., Glockenhaide und Andromeda polifolia L. sind Charakterpflanzen der Moore, auf denen übrigens auch Calluna vorkommt. Zahlreiche Arten von Erica als Zierpflanzen. — Von Ericaceen treten Arten der Gattung Leucotheë bereits in der Kreide auf; die meisten sind jedoch tertiär, einzelne quartär (47 Arten in 7 Gattungen).

722. (Fam. 132.) Vaccinieae. Fruchtknoten unterständig. Frucht eine Beere. Sonst wie vorige Familie. Hauptsächlich im nördlichen Europa und Amerika, besonders auf Moorboden, Haiden und in Wäldern.

Vaccinium: B 4- oder 5zählig, mit 8 oder 10 Staubgefässen. V. Myrtillus L., Heidelbeere und V. Vitis idaea L., Preisselbeere, durch essbare Früchte bekannt, die Früchte der ersteren auch officinell (Fructus Myrtilli — Zucker, Aepfelsäure, Citronensäure, rother Farb-

stoff). Von V. Oxycoccus L. (Oxycoccus palustris Pers.), Moosbeere, werden die Früchte in Russland und Schottland roh und eingemacht gegessen. — 26 Arten von Vaccinium finden sich in tertiären und quartären Schichten.

723. (Fam. 133.) Rhodoraceae. C tief 5theilig oder aus 5 getrennten Blättern bestehend, oft etwas unregelmässig, der unpaare Abschnitt hinten. A meist 10, die Staubbeutel ohne Anhängsel. Kapsel an den Scheidewänden aufspringend. Sonst wie die Ericaceen. 150 Arten der gemässigten und kalten Zonen.

Ledum: K klein, 5zähnig. C in 5 ziemlich gleiche Blätter getrennt.

Rhododendron: K 5theilig. C 5spaltig.

Die Arten der Gattung Rhododendron, Alpenrosen, sind Alpenbewohner. Zahlreiche indische und pontische Arten dieser Gattung, sowie von Azalea, sind beliebte Ziersträucher. 13 tertiäre Arten sind bekannt.

724. (Fam. 134.) Hypopityaceae. Kräuter oder Halbsträucher, als Humusbewohner lebend. Blätter spiralig. K 4—5blätterig. C 4—5blätterig oder die Blätter nur am Grunde etwas zusammenhängend. Staubbeutel ohne Anhängsel.. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend. Same klein, feilspanartig, mit sehr kleinem Keimling ohne Keimblätter. Sonst wie die Ericaceen. 25 Arten der nördlichen gemässigten Zone.

I. Piroleae. Grüne, belaubte Pflanzen. C in der Knospe dachziegelig. Staubbeutelhälften am Grunde mit einem Loche aufspringend. — Pirola. (1 Art im Tertiär.)

II. Monotropeae. Chlorophylllos, mit schuppigen Niederblättern. Kronenabschnitte in der Knospe kaum deckend. Staubbeutelhälften mit hufeisenförmiger Spalte aufspringend. — Monotropa, Fichtenspargel. (1 Art im Tertiär.)

II. Gruppe. Choripetalae (Eleutheropetalae, incl. Apetalae).

I. Reihe. Juliflorae.

B sehr klein, unscheinbar, in der Regel in dichten Aehren, Kätzchen oder Kolben, meist dikliuisch. P 0 oder einfach, kelchartig.

54. Ordnung. Piperinae.

B meist ☿, klein, in Aehren oder Kolben mit Deckblättern. P 0 oder nur andeutungsweise vorhanden. Samenknospen orthotrop, einzeln grundständig oder hängend, selten mehrere wandständig. Embryo klein, gerade, von Endosperm und Perisperm umgeben.

725. (Fam. 135.) Piperaceae. Kräuter oder Sträucher mit knotig gegliederten, oft klimmenden Stengeln. Blätter spiralig oder gegenständig, seltener quirlig, einfach, netzaderig, mit am Grunde scheidigen Blattstielen, ohne Nebenblätter. B in Kolben oder Aehren, in den Achseln schildförmiger Deckblätter, nur aus 1 Fruchtknoten und 2, 3, 2 × 3 oder 2 × 2, selten mehr Staubblättern bestehend. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 aufrechten Samenknospe, nach dem Verblühen am Grunde oft in einen Stiel verlängert (Cubeba), mit 2—6lappiger oder pinselförmiger Narbe. Frucht eine Beere. 1000 tropische Arten. 23

Piper nigrum L., tropisches Asien und Sundainseln, liefert den schwarzen Pfeffer (die unreif getrockneten Beeren) und weissen Pfeffer (die reifen Samen). Chavica officinarum Miq.

(Piper longum L.), Ostindien, liefert den „langen Pfeffer“ (der ganze Fruchtstand). C. Betle Miq. (Piper Betle L.), Betelpfeffer, die Blätter in Indien mit den Früchten von Areca Catechu (§ 639) als aufregendes Mittel gekaut. Cubeba officinalis Miq. (Piper Cubeba L.), Kubeben, Java, die Früchte officinell (Cubebae — ätherisches Oel, Cubebensäure, Cubebin, fettes Oel etc.).

726. (Fam. 136.) Saurureae. Krautartige Sumpf- und Wasserpflanzen mit kriechenden Wurzelstöcken und spiralig stehenden, einfachen Blättern mit an der Basis scheidigem Blattstiele. B in Aehren oder Kolben, welche am Grunde von einfacher Scheide oder von gefärbten Hüllblättern umgeben sind. P 0. A 3 — ∞. Fruchtknoten 3—5fächerig, die Fächer nur am Grunde oder der ganzen Länge nach verbunden, jedes Fach mit 2—8 Samenknospen. Nur wenige Arten im tropischen Asien, Nordamerika und am Cap. Saururus, Aponogeton.

727. (Fam. 137.) Chloranthaceae. Meist strauchartige Pflanzen mit knotig gegliederten Zweigen und einfachen, gegenständigen Blättern mit scheidenartigen Blattstielen und Nebenblättern. B wie bei den Piperaceen, aber mit einem sehr rudimentären, schüppchenförmigen Perigon und der Fruchtknoten mit 1 hängenden Samenknospe. Einsamige Steinfrucht. 36 tropische Arten (Asien, Amerika). Chloranthus.

55. Ordnung. Amentaceae.

B klein, unscheinbar, in Kätzchen stehend, eingeschlechtlich, meist monöcisch, typisch apetal. P (wenn vorhanden) aus 2 × 2, 2 × 3 oder 5 calycinischen Blättern gebildet. A bei gleicher Zahl der Perigonblätter vor diesen stehend. Fruchtknoten bei Anwesenheit eines P fast immer unterständig, meist aus 2—3, zuweilen ∞ Fruchtblättern gebildet, nur ausnahmsweise monomer; in den Familien 138—142 die Samenknospen gewöhnlich erst nach der Bestäubung entstehend. Same ohne Endosperm.

728. (Fam. 138.) Betulaceae. Holzgewächse mit spiralig stehenden, oft zweizeiligen Blättern und abfallenden Nebenblättern. B 1häusig, in ährenförmigen, seitlichen und terminalen Kätzchen, zu 3 oder (beim Fehlschlagen der Mittelblüthe) zu 2 an kurzen Seitenzweigen, die aus der Achsel spiralig stehender Schuppen entspringen. P der ♂ B aus meist 4, oft verwachsenen Blättern gebildet, manchmal rudimentär oder fehlend, mit freien bodenständigen Staubgefässen, die bei gleicher Zahl vor den Perigontheilen stehen. Staubbeutel mit mehr oder weniger getrennten Hälften. ♀ B ohne P. Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Frucht eine durch Fehlschlagen des einen Faches einfächerige Nuss, ohne Cupula. Bewohner der nördlichen gemässigten und kalten Zone.

Betula. ♂ B: Mittelblüthe mit den 2 Seitenblüthen der Trugdöldchen ohne entwickelte Vorblätter. P 4blätterig, das vordere Blatt viel grösser, die hintern oft verkümmernd. A 2, zuweilen 3 in jeder B, bis zum Grunde 2theilig. — ♀ B: Trugdöldchen 3-, seltener durch Verkümmerung der Mittelblüthe 2blüthig, die 2 Vorblätter derselben mit dem Tragblatte zu einer 3lappigen oder 3spaltigen Schuppe verwachsend, welche mit der häutig geflügelten Frucht abfällt.

Alnus. ♂ B: Mittelblüthe mit 2 Vorblättern; von den Vorblättern der Seitenblüthen nur die vorderen entwickelt. Die Vorblätter grösstentheils mit dem Tragblatte verwachsen. P 4spaltig, die vorderen Abschnitte etwas grösser. A 4, ungetheilt. ♀ B: Trugdöldchen durch Fehlen der Mittelblüthe stets 2blüthig. Die 4 Vorblätter mit dem Tragblatte zu einer verholzenden, 5lappigen (auch nach dem Abfallen der nicht oder undurchscheinend geflügelten Nuss) stehen bleibenden Schuppe verwachsen.

Die Arten beider Gattungen sind wichtige Forstgewächse, die gutes Nutzholz liefern. Rinde von Betula alba in Russland zur Destillation des Birkentheeres für die Bereitung des Juchtenleders verwendet. — 76 Arten im Tertiär und Quartär (Betula 41, Alnus 31).

729. (Fam. 139.) Corylaceae (Carpineae). ♂ B ohne P, aus 4—12 ihrer Deckschuppe angewachsenen, bis zum Grunde gespaltenen Staubgefässen bestehend. ♀ B mit oberständigem, rudimentärem P, ihre Vorblätter mit der Deckschuppe zu einer sich nach der Blüthe vergrössernden, gelappten oder zerschlitzten Hülle, der Cupula, verwachsend. Sonst wie vorige Familie.

Corylus: ♂ B mit völlig gespaltenen Staubgefässen (8 Hälften). ♀ Blüthenstand laubknospenartig: unter mehreren der dicht anliegenden Schuppen einer Knospe findet sich je ein Zweiglein mit 2 Vorblättern, welches 2 Blüthen mit je 2 weiteren Vorblättern trägt.

Carpinus: ♂ B mit 6—12 Staubgefässen mit getrennten Antherenhälften. ♀ B in einem sehr lockeren Kätzchen. Perigonsaum die Nuss krönend, deutlich 6zähnig.

Corylus Avellana L., Haselnuss, C. tubulosa L., Lambertsnuss; beide der Früchte wegen geschätzt. Carpinus Betulus L., Weiss- oder Hainbuche, Hornbaum; des festen und dichten Holzes wegen werthvoller Waldbaum.

44 Arten im Tertiär.

730. (Fam. 140.) Cupuliferae (Fagaceae). Bäume mit spiralig stehenden Blättern mit hinfälligen Nebenblättern. B in verschiedenartigen Inflorescenzen, sämmtlich mit P, die ♂ in verlängerten oder kugelförmigen Kätzchen, ihr P 5—10spaltig oder -theilig, mit 5—20 bodenständigen oder dem Grunde des P eingefügten, ungespaltenen Staubgefässen. ♀ B einzeln oder bis zu 5 in einer aus zahlreichen, verwachsenen Hochblättern gebildeten Hülle, der Cupula, welche sich nach der Blüthezeit vergrössert und die Frucht später entweder nur an der Basis (Quercus), oder vollständig (Castanea, Fagus) umgiebt und in letzterem Falle kapselartig sich spaltet. Fruchtknoten 3—6fächerig, jedes Fach mit 2 Samenknospen. 3—6 fadenförmige oder eine 3lappige Narbe. Frucht eine 1samige, selten 2samige Nuss, oft mit Rudimenten der fehlschlagenden Samen. 300 Arten der gemässigten (besonders nördlichen gemässigten) und warmen Zone.

I. ♂ Blüthenstand fast kugelig. P 5—6spaltig. A 8—12. P der ♀ B am Saume zerschlitzt. 3 Narben. Frucht 3kantig, 1samig. Cupula geschlossen, 4spaltig, mit 2—5 Früchten, auf der Oberfläche stachelig: Fagus.

II. ♂ Blüthenstand verlängert, ährenförmig.

A. ♂ Kätzchen dichtblüthig. P 5—6theilig. A 10—15. P der ♀ B 6spaltig; Narben meist 6. Cupula geschlossen, 4spaltig, stachelig, mit 2—5 Früchten. Frucht rundlich, 1—2samig: Castanea.

B. ♂ Kätzchen unterbrochen-blüthig; P 6—8theilig; A 6—10. Weibliche Hülle nur 1blüthig, napfförmig, ihre Blättchen schuppenartig. Narbe 3lappig. Frucht eiförmig, 1samig: Quercus.

731. Die meisten Arten sind des Holzes wegen wichtige Forstbäume, viele nordamerikanische Eichen bei uns Zierbäume. Quercus pedunculata Ehrh., Stieleiche und Q. sessiliflora Sm., Traubeneiche; beide sind wichtige Waldbäume, deren Holz werthvolles, dauerhaftes Nutzholz; die Rinde zur Bereitung der Gerberlohe und auch officinell (Cortex Quercus — Gerbstoff, Quercin); die Früchte officinell (Semen Quercus — Gerbstoff, Stärke, fettes Oel, Zucker). Q. infectoria Oliv. (Orient) liefert die echten levantischen Galläpfel (Gallae asiaticae — Gallusgerbsäure, Gallussäure etc.), welche durch den Stich von Cynips Gallae tinctoriae Oliv. an den Zweigen erzeugt werden. Q. Suber L., Korkeiche (Spanien, Nordafrika), liefert Kork, Q. tinctoria Willd. (Nordamerika) die an gelbem Farbstoff reiche Quercitronrinde. Fagus sylvatica L., Rothbuche, wichtiger Waldbaum mit vorzüglichem Holze und zur Oelbereitung dienenden Früchten (Bucheckern). Castanea vulgaris Lam. (C. vesca Gärtn.), essbare Kastanie (Südeuropa), mit essbaren Samen (Maronen).

196 Arten von der Kreide bis zum Quartär, davon 177 Arten der Gattung Quercus.

732. (Fam. 141.) Juglandaceae. Bäume mit gefiederten, nebenblattlosen Blättern. B einhäusig, mit den Blättern sich entwickelnd, die ♂ in verlängerten, seitenständigen Kätzchen, die ♀ in endständigen Achren oder knäuelartig, beide in den Achseln schuppenartiger Tragblätter und mit diesen verwachsen. P der ♂ B meist 4theilig, durch Verbindung mit den 2 Vorblättern scheinbar 6theilig — oder auch 0. A 4 — ∞. P der ♀ B oberständig, 4lappig, oder mit diesem noch eine aus dem Tragblatte und 2 Vorblättern entstandene Hülle verwachsen, oder 0. G (2), bis über die halbe Höhe 2fächerig, mit unvollständigen Scheidewänden, 2 Narben und 1 aufrechten, orthotropen Samenknospe. Frucht eine von einer meist grünen, fleischigen, aus dem P und der Hülle gebildeten Schale umgebene, beim Keimen durch Mitteltheilung der Fruchtblätter 2klappige Nuss. Keimblätter 4theilig, vielfach gefaltet. 33 Arten der nördlichen gemässigten Zone, besonders in Amerika.

Juglans regia L., Wallnuss, aus Asien stammend, liefert schätzbares Möbelholz und essbare, ölreiche Früchte, deren Rinde (Cortex Nucum Juglandis — Gerbstoff, Nucin) officinell ist, während die jungen Früchte eingemacht werden. Officinell sind ferner die Blätter (Folia Juglandis). J. nigra L. und J. cinerea L., beide aus Nordamerika, oft als Zierbäume; ebenso Carya-Arten (C. alba, porcina etc. liefern das „Hickory-Holz") aus Nordamerika und Pterocarya caucasica C. A. Mey., aus dem Kaukasus.

92 Arten (davon 47 von Juglans und 23 von Carya) kommen im Tertiär vor.

733. (Fam. 142.) Myricaceae. Sträucher mit spiralig stehenden, einfachen, mit Harzdrüsen besetzten Blättern, ohne oder mit hinfälligen Nebenblättern. B ein- oder 2häusig, in Aehren in den Achseln schuppenartiger Tragblätter. P 0 oder rudimentär, schuppenförmig. ♂ B öfter mit 2 Vorblättern, mit 2—6, seltener mehr Staubgefässen. ♀ B mit 2—6 Vorblättern (P?), die nur am Grunde etwas mit dem 1fächerigen, aus 2 Carpellen bestehenden Fruchtknoten verwachsen sind. Eine aufrechte, sitzende, orthotrope Samenknospe. 2 Narben. Nuss. 40 Arten der gemässigten Zonen.

Myrica Gale L., Gagel, ein in Norddeutschland in sumpfigen Wäldern und auf Mooren häufiger Strauch. M. cerifera L. (Nordamerika) scheidet auf den Früchten nutzbares Wachs ab. — 89 Arten im Tertiär und Quartär.

734. (Fam. 143.) Casuarineae. Bäume oder Sträucher mit hängenden, fadenförmigen, wirtelig gestellten, gegliederten Zweigen mit langen, gerieften Internodien und scheidenförmigen, gezähnten Blättern; durch den ganzen Habitus an die Schachtelhalme erinnernd. B monöcisch, die ♂ in Kätzchen, mit 2 Vorblättern, 2blätterigem P und A 1; die ♀ in Köpfchen, ohne P, mit G (2), mit 2 hängenden anatropen Samenknospen. Frucht eine von den 2 verholzenden Vorblättern eingeschlossene, einsamige Nuss; der ganze Fruchtstand einem kleinen Tannenzapfen ähnlich. 30 meist australische Arten.

Mehrere Arten liefern ein hartes Nutzholz.

735. (Fam. 144.) Salicineae. Holzgewächse mit spiraligen, ungetheilten Blättern mit Nebenblättern. B in Kätzchen in den Achseln schuppenförmiger Tragblätter, diöcisch. P becherförmig, häutig; oder auf 1 oder 2 Nectarien reducirt oder 0. ♂ B mit A 2 — ∞, die in seltenen Fällen verwachsen sind. ♀ B mit G (2), die Carpelle rechts und links stehend, 1fächerig, mit 2—4 Narben und ∞ wandständigen, anatropen Samenknospen. Frucht eine 2-, selten 4klappige Kapsel. Samen vom Grunde aus mit einem

langen Haarschopfe umgeben. 180 namentlich der nördlichen gemässigten und kalten Zone angehörende Arten.

Salix: P auf 1 (hinten stehende) oder 2 (vorn und hinten stehende) Nectarien reducirt. A 2—12.

Populus: P becherförmig, häutig. A 8—30.

Die Arten der Gattung Salix, Weide, wegen der vielen Bastarde schwierig zu bestimmen. Viele Arten liefern in den Zweigen vorzügliches Flechtmaterial für Korbwaaren (S. viminalis L., S. purpurea L. u. A.), oder werden zum Uferschutz angepflanzt. S. babylonica L. häufig als Trauerweide. Arten der Gattung Populus, Pappel, oft als Zier- und Alleebäume. Knospen von P. nigra u. a. A. officinell (Gemmae Populi — Harz, ätherisches Oel, Populin und Salicin). — 58 Arten der Gattung Salix und 62 der Gattung Populus werden aus der Kreide und dem Tertiär beschrieben.

56. Ordnung. Urticinae.

B klein, ☿ oder diclinisch. P vorhanden, selten rudimentär, kelchartig, meist 4—5zählig. Staubgefässe so viele oder doppelt so viele als Perigonabschnitte und (mit Ausnahme der Plataneen) vor letzteren. Fruchtknoten oberständig, meist 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Samen meist mit Endosperm.

736. (Fam. 145.) Urticaceae. Kräuter, seltener Sträucher oder Bäume, ohne Milchsaft, häufig mit Brennhaaren, mit spiraligen oder gegenständigen Blättern und bleibenden oder leicht abfallenden Nebenblättern. Blüthenstand rispig oder knäuelartig gedrängt, achselständig. B eingeschlechtig, selten vielehig. P der ♂ und ☿ B 4—5theilig, das der ♀ aus 2 ungleich grossen Blattpaaren gebildet, seltener röhrig oder ganz fehlend. A 4—5, in der Knospe einwärts gebogen, sich später (oft elastisch) streckend. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 centralen, aufrechten, orthotropen Samenknospe, 1 Griffel und 1 kopf- oder pinselartigen Narbe. Frucht nussartig. Keimling gerade, in der Axe des fleischigen Eiweisses. 520 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Urtica: Mit Brennhaaren. P der ♀ B 4theilig oder -blätterig.

Parietaria: Ohne Brennhaare. P der ♀ B krugförmig, mit 4zähnigem Saume.

Urtica cannabina L. wird in Sibirien als Gespinnstpflanze cultivirt. Auch von U. dioica und U. urens L. werden die Bastfasern zu Nesseltuch verwebt. U. Puya Roxb., Ostindien, ist werthvolle Gespinnstpflanze, ebenso U. heterophylla Wall. in Nepal; Boehmeria sanguinea, „Ramié" (Java), B. nivea Hk. et Arn. (China, Japan), B. utilis Bl. (Sumatra) liefern mit a. A. Gespinnstfasern. — Urtica mit 1 Art im Tertiär.

737. (Fam. 146.) Moraceae. Bäume und Sträucher, meist mit Milchsaft, spiralig stehenden, ungetheilten oder gelappten Blättern und bleibenden oder abfallenden Nebenblättern. B 1- oder 2häusig, in kopfförmigen (oder kurz-kätzchenförmigen) Gruppen (Morus) oder auf einer flach-scheibenförmigen (Dorstenia) oder in einer krugförmig ausgehöhlten (Ficus — § 160) Ausbreitung der Axe. Fruchtknoten meist 1fächerig (zuweilen noch mit 1 unfruchtbaren Fache), mit 1 anatropen oder campylotropen, wandständigen, selten mit grundständiger und dann atroper Samenknospe und 2 Narben. Keimling gekrümmt, innerhalb des fleischigen Eiweisses. Frucht vom fleischig werdenden Perigon oder von der fleischigen Blüthenaxe umgeben. 1000 (?) Arten der wärmeren Zonen.

Morus alba L., weisser Maulbeerbaum (China, Persien), der Seidenzucht wegen wichtiger Culturbaum, da die Blätter unentbehrliche Nahrung für die Seidenraupe sind. Die fruchtreifen Blüthen der Kätzchen verwachsen zu den sogenannten Maulbeeren. M. nigra L., schwarzer M.

(Kleinasien), der Scheinfrüchte wegen cultivirt. Broussonetia papyrifera Vent., Papiermaulbeerbaum, Japan; die Bastfasern in Japan zur Papierbereitung dienend. Ficus Carica L., Feige (Orient), der Scheinfrüchte wegen cultivirt; dieselben auch officinell (Caricae — Fruchtzucker, Gummi). F. elastica Roxb., Gummibaum (Ostindien), liefert Kautschuk und wird oft als Zimmerpflanze gezogen. F. religiosa L. (Ostindien) liefert Schellack. Maclura aurantiaca Nutt. (Nordamerika), Holz zum Gelbfärben verwendet.

105 Arten, davon 99 zu Ficus gehörig, treten von der Kreide an fossil auf.

738. (Fam. 147.) Artocarpeae. Holzgewächse mit Milchsaft; die Samenknospe sehr verschieden, der Same ohne Eiweiss; sonst wie vorige Familie. 200 tropische Arten.

Artocarpus incisa L. und A. integrifolia L., Brodfruchtbaum (Südseeinseln, Ostindien), in den gesammten Tropen der 2—3 Pfund schweren, kopfgrossen, stärkemehlhaltigen Scheinfrüchte (wie Maulbeere) wegen als wichtiges Nahrungsmittel cultivirt; der Bast zu Geweben verarbeitet. Antiaris toxicaria Lechen., Upas (Java), liefert in seinem Milchsafte ein sehr gefürchtetes Pfeilgift, Galactodendron utile Kth., Kuhbaum (Südamerika), dagegen ein süsses, wohlschmeckendes Getränk. — 13 Arten (4 Gattungen) im Tertiär.

2 4

739. (Fam. 148.) Cannabineae. Krautartige Gewächse ohne Milchsaft, mit gegenständigen oder abwärts spiraligen, gefingerten oder gelappten, selten ungetheilten Blättern und freien oder verwachsenen, bleibenden Nebenblättern. B diöcisch, in rispigen oder geknäuelten Blüthenständen. P der ♂ B 5theilig, mit 5 in der Knospe geraden Staubgefässen. P der ♀ B röhrig, ungetheilt, den Fruchtknoten dicht umschliessend. Letzterer 1fächerig, mit 1 hängenden, campylotropen Samenknospe und 2 Narben. Nuss. Samen ohne Endosperm, mit gebogenem oder spiralig gewundenem Keimling. Vier asiatische Arten, davon 2 in Europa cultivirt und verwildert.

Cannabis: Keimling gebogen. C. sativa: einjährig, mit aufrechten Stengeln, 5—7zählig-gefingerten Blättern, knäuelartig gedrängten ♀ B.

Humulus: Keimling spiralig. H. Lupulus: ausdauernd, mit rechts windenden Stengeln, 3—5lappigen Blättern und zapfenartigen ♀ Blüthenständen.

Cannabis sativa L., Hanf, in Ostindien heimisch, wird als wichtige Gespinnstpflanze cultivirt. Die Früchte geben fettes Oel und sind auch officinell (Fructus Cannabis); das Kraut der ♀ Pflanze im Oriente als Genussmittel (Haschisch) verwendet, bei uns officinell (Herba Cannabis indicae — Cannabin, ätherisches Oel). Humulus Lupulus L., Hopfen, die zapfenartigen Fruchtstände (Strobili Lupuli) enthalten in kleinen gelben Drüsenhaaren das officinelle Lupulin; da dieselben bei der Bierbereitung Verwendung finden, so wird der Hopfen auch im Grossen gebaut (Böhmen, Bayern etc.). — Eine Art der Gattung Humulus im Tertiär.

740. (Fam. 149.) Ulmaceae. Bäume oder Sträucher ohne Milchsaft, mit abwechselnden, 2zeiligen, einfachen, meist ungleichseitigen Blättern und abfallenden Nebenblättern. B meist ☿. P 4—6theilig oder -spaltig, seltener 3- oder 8—9zählig. A 4—12, so viele oder doppelt so viele als Perigontheile. Fruchtknoten 1—2fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. 2 Narben. 140 Arten der nördlichen temperirten und warmen Zone.

I. **Ulmoideae.** Fruchtknoten 1—2fächerig; Samenknospe gestielt. Frucht eine stets 1samige Flügelfrucht oder Nuss. Keimling gerade. Same ohne Eiweiss. Ulmus. — 33 Arten im Tertiär, davon 28 zu Ulmus.

II. **Celtidoideae.** Fruchtknoten 1fächerig; Samenknospe sitzend. Frucht eine Steinfrucht; Keimling gekrümmt, im spärlichen Endosperm. Celtis. — 7 Arten im Tertiär.

Ulmus campestris L. und U. effusa Willd., Rüstern, liefern werthvolles Werkholz, daher wichtig als Waldbäume.

741. (Fam. 150.) Plataneae. Bäume ohne Milchsaft, mit grossen, gelappten Blättern und die Blattknospen einschliessenden, tutenförmig verwachsenen Nebenblättern. B 1häusig, die ♂ wie ♀ in hängenden, kugel-

förmigen Köpfen. P rudimentär, aus keulenförmigen Schuppen bestehend, zwischen denen in den ♂ Köpfen ∞ Staubgefässe mit sehr kurzen Filamenten, in den ♀ ∞ 1fächerige Fruchtknoten mit 1 (manchmal auch 2) hängenden orthotropen Samenknospe und 1 Griffel stehen. Die Früchte sind Nüsschen mit endospermhaltigem Samen. 5 westasiatische und nordamerikanische Arten der Gattung:

Platanus occidentalis L. (Nordamerika) und P. orientalis L. (Orient), Platano, bei uns als Zierbäume cultivirt. — 7 Arten in der Kreide und im Tertiär.

742. (Fam. 151.) Ceratophylleae. Untergetauchte Wasserpflanzen mit quirlig stehenden, wiederholt gegabelten, starren Blättern mit fadenförmigen Zipfeln. B einhäusig, in den Blattachseln sitzend, die ♂ mit 6—12blätterigem, weisslichem P und A 10—24 mit fast sitzenden Staubbeuteln. ♀ B mit ähnlichem P und G $\underline{1}$, 1fächerig, mit 1 Griffel und 1 hängenden, atropen Samenknospe. Frucht eine Nuss, vom bleibenden Griffel gekrönt, oft mit grundständigen Stacheln. Same mit äusserst spärlichem Eiweiss. 4 Arten der gemässigten Zone. — Ceratophyllum, Hornblatt.

II. Reihe. Centrospermae.

B meist ☿, mit einfachem P oder in K und C gegliedert. G fast stets oberständig. Samenknospen grundständig oder einer verlängerten axilen Placenta entspringend, seltener wandständig. — Nur 1 Ordnung mit gleichem Charakter.

57. Ordnung. Centrospermae.

743. (Fam. 152.) Polygonaceae. Kräuter, seltener strauch- oder baumartig, zuweilen windend, der Stengel oft mit sehr entwickelten Knoten. Blätter spiralig, in der Knospe am Rande zurückgerollt, am Grunde scheidig und mit tuten- oder röhrenförmig verwachsenen, noch oberhalb der Blattscheide stengelumfassenden Nebenblättern (ochrea). B meist ☿, *, meist in Aehren oder Rispen, spiralig oder cyclisch. Im ersteren Falle 5 corollinische Perigonblätter und meist A 8, im letzteren meist 3 + 3 calycinische, an der Basis etwas verwachsene Blätter und A 6, die zu zweien vor den äusseren Perigonblättern stehen und zu denen manchmal noch 3 innere, vor den inneren Perigonabschnitten stehende kommen. G ($\underline{2—3}$), 1fächerig, mit 1 grundständigen, orthotropen Samenknospe. Frucht eine 2—3kantige Nuss, oft vom bleibenden P eingehüllt. Samen mit mehligem Endosperm und gekrümmtem oder geradem Keimlinge. 700 Arten in gemässigten und kalten Klimaten.

I. Rhabarbareae. P 6zählig, mit gleichen Abschnitten. A 6—9. Frucht linsenförmig oder 3kantig, die Kanten geflügelt. Keimling in der Axe des Endosperms. Rheum: A 9.

II. Rumiceae. P 4—6 zählig, die äusseren Abschnitte an der Frucht nicht vergrössert, abstehend oder zurückgeschlagen, die 2—3 inneren vergrössert und aufrecht, die 3kantige Frucht einschliessend. Keimling meist seitlich. Rumex: A 6.

III. Polygoneae. P 3—6theilig, mit meist ziemlich gleich langen, an der Frucht sämmtlich aufrechten Abschnitten. Frucht linsenförmig oder 3kantig. Keimling meist seitlich. Polygonum: A 5—8.

Rheum officinale Baill. (China) liefert die chinesische Rhabarber (Radix Rhei asiatici — Chrysophan, Chrysophansäure, Rheumgerbsäure, Rheumsäure, Phaeoretin, oxalsaurer Kalk etc.). Andere Rhabarbersorten kommen von den in Europa cultivirten asiatischen R. palmatum, com-

pactum, undulatum, Emodi (Radix Rhei europaei). R. Rhaponticum L., Rhapontikwurzel, Südsibirien, enthält die Stoffe der echten Rhabarber. Manche der obigen Arten werden auch als Zier- und Gemüsepflanzen gebaut. Rumex Acetosa L., Sauerampfer und R. Patientia L., englischer Spinat, als Gemüsepflanzen cultivirt. Polygonum Fagopyrum L. und P. tataricum L., Buchweizen; beide aus Innerasien und namentlich erstere Art als Mehlpflanze auf Moor-, Haide- und Sandboden gebaut. — 6 Arten im Tertiär.

744. (Fam. 153.) Chenopodiaceae. Kräuter, seltener Sträucher. Blätter meist spiralig, nur die unteren gegenständig, meist einfach, ohne Nebenblätter, zuweilen rudimentär. B ☿ oder durch Fehlschlagen diclinisch, mit 2 kelchartigen Vorblättern oder nackt. P 2—5theilig, kelchartig, klein, unansehnlich, nach der Blüthe sich öfter vergrössernd. A 1—5, vor den Perigonabschnitten. G $(\underline{2-4})$, 1fächerig, mit 1 grundständigen, campylotropen Samenknospe und 1—4 Narben. Frucht nussartig, seltener mit Deckel aufspringend. Samen mit kräftiger Schale. Keimling ring- oder hufeisenförmig, seltener spiralig. 500 Arten in gemässigten Klimaten.

I. ☿. A 1 oder 2. P ungetheilt, nur mit kleinem Spalt geöffnet. Pflanze fleischig, mit rudimentären, häutigen Scheidenblättern: Salicornia.
II. B ☿. A 3, selten 1 oder 5, am Grunde verwachsen. P 5blätterig, trockenhäutig: Polycnemum.
III. B ☿. A 5, selten weniger.
  A. P 0 oder als 1—2 häutige Schüppchen: Corispermum.
  B. P 5spaltig oder 5theilig.
    1. P auf dem Rücken mit Anhängseln.
      a. Keimling spiralig: Salsola.
      b. Keimling ringförmig: Kochia.
    2. P ohne Anhängsel.
      a. Keimling spiralig: Schoberia.
      b. Keimling ringförmig.
        * P 5theilig, frei. A dem Perigongrunde eingefügt: Chenopodium (und Blitum).
        ** P 5spaltig, am Grunde mit dem Fruchtknoten verwachsen. A einem fleischigen Ringe eingefügt: Beta.
IV. B einhäusig. P der ♂ B 4—5theilig. ♀ B ohne P, oder dieses wie bei ♂.
  A. Samenknospe von dem aufsteigenden Stiele herabhängend: Obione (Halimus).
  B. Samenknospe seitlich an dem verlängerten Stiele befestigt: Atriplex.

745. Atriplex hortense L. (Mittelasien), als Gemüsepflanze gebaut. Spinacia oleracea L., Spinat (Orient), verbreitete Gemüsepflanze. Chenopodium Quinoa L. (Chili, Peru), im Vaterlande wichtige Mehlpflanze. Ch. ambrosioides L., Jesuitenthee (Mexiko), das Kraut officinell (Herba Chenopodii ambrosioidis — ätherisches Oel, Harz). Beta vulgaris L., Runkelrübe (Küsten des südlichen Europas), in vielen Varietäten und Spielarten gebaut: var. Cicla, Mangold, römischer Spinat; var. rapacea, Runkelrübe, als alba oder weisse Runkel, rubra oder rothe Rübe, altissima oder Zuckerrübe etc., die letztere zur Fabrikation des Rübenzuckers. Schoberia maritima C. A. Mey., Salsola Kali L. u. a. A. des Meeresstrandes werden oft zur Sodabereitung verwendet.

746. (Fam. 154.) Amarantaceae. Kräuter und Sträucher mit spiraligen oder gegenständigen einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B ☿ oder eingeschlechtlich, oft vielehig, klein und unansehnlich, zu Aehren, Köpfchen oder Knäueln in grosser Anzahl vereinigt. P (3—5) oder 3—5, trockenhäutig, öfter gefärbt. A 3—5, vor den Perigontheilen, oft einem unterständigen Ringe eingefügt, frei oder etwas verwachsen und mit nebenblattähnlichen Anhängseln. G $(\underline{2-3})$, 1fächerig, mit 1 oder seltener mehr anatropen, im Grunde aufrechten Samenknospen. Griffel getrennt oder verwachsen. Frucht nussartig, oder unregelmässig oder mit einem Deckel quer aufspringend. Samen mit fester, glänzender Schale. Keimling ring- oder hufeisen-

förmig gekrümmt. 500 Arten der Tropen und gemässigten Zonen, besonders in Südamerika.

In Deutschland nur Arten von Amarantus, von welcher Gattung auch manche als Zierpflanzen in Gärten vorhanden sind (A. sanguineus L., A. atropurpureus Roxb. u. a. ostindische A. — Fuchsschwanz) und zahlreiche Arten in den Tropen als Gemüse dienen. Celosia cristata L., Hahnenkamm (Ostindien, Südamerika), Zierpflanze mit verbänderter Blüthenstandsaxe.

747. (Fam. 155.) Phytolaccaceae. Kräuter oder Halbsträucher mit abwechselnden, einfachen Blättern, zum Theil ohne Nebenblätter. B ☿, in Aehren oder cymösen Blüthenständen. P (4—5), oft gefärbt. A 4 — ∞, zuweilen am Grunde verwachsen. G $(\underline{1-10})$, frei oder verwachsen, der Fruchtknoten in letzterem Falle gefächert, die Fächer mit 1 campylotropen Samenknospe. Frucht beerenartig. Same mit ringförmigem, nur selten mit geradem Keimling. 84 Arten in wärmeren Klimaten.

Phytolacca decandra L., Kermesbeere (Nordamerika); der rothe Saft der Beere zum Färben des Weines dienend.

748. (Fam. 156.) Nyctagineae. Kräuter mit meist gegenständigen, ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. B einzeln oder mehrere von einer kelchartigen, mehrblätterigen, oft ansehnlichen, manchmal farbigen Hülle umgeben (Terminalblüthen) oder ohne solche (Seitenblüthen). P 4—10lappig, corollinisch. A meist mehr oder weniger als Perigonabschnitte. G (1), mit 1 aufrechten, campylotropen Samenknospe. Frucht nussartig, die häutige Samenschale mit der Fruchtschale mehr oder weniger verwachsen. Keimling gerade oder zusammengebogen. 130 meist tropische Arten.

Mirabilis Jalapa L., Wunderblume (Südamerika) und M. longiflora L. (Mexiko) oft als Zierpflanzen. — 4 Arten im Tertiär.

749. (Fam. 157.) Caryophyllaceae. B ✻, 4—5zählig, mit K und C oder die C unterdrückt. A so viele oder doppelt so viele als C, zuweilen einzelne fehlend. G $(\underline{2-5})$, meist 1fächerig mit 1 — ∞samiger Central- oder Basilarplacenta. Keimling meist gebogen oder ringförmig. 1000 Arten in gemässigten und kalten Zonen. 4 Unterfamilien, die oft auch als selbständige Familien betrachtet werden.

I. **Paronychieae.** Kräuter oder Halbsträucher mit meist gegenständigen Blättern und trockenhäutigen Nebenblättern. B meist trugdoldig oder geknäuelt, mit unscheinbaren Blüthenhüllen. K (4—5). C 4—5, öfter fehlend, oder die Blätter klein und den Staubfäden ähnlich. A den Kelchtheilen superponirt, öfter dem Kelchgrunde eingefügt, 5 oder auch 10, der innere Kreis häufig theilweise oder ganz fehlschlagend. Frucht ungefächert, meist 1samig, nicht oder nur am Grunde unvollkommen aufspringend, selten eine mehrsamige Kapsel. Keimling selten in der Axe des Eiweisses, gerade.

I. Meist 3 Staubgefässe. Kapsel 3klappig, ∞samig, bis zur Basis aufspringend: Polycarpon.

II. Staubgefässe 5.

A. Griffel mit 2 Narben.

a. Kelchzipfel flach-concav.

* Schliessfrucht ohne Deckelansatz: Herniaria.

** Schliessfrucht mit angewachsenem Deckel: Paronychia.

b. Kelchzipfel dick, schwammig, von der Seite zusammengedrückt, begrannt. Kapsel mit 5—10 schmalen, oben zusammenhängenden Klappen sich öffnend: Illecebrum.

B. Mit 3 Narben und 1samiger Schliessfrucht: Corrigiola.

II. **Scleranthеae.** Kräuter mit gegenständigen, schmalen, sitzenden, nebenblattlosen Blättern. K (4—5), bleibend. C 0. A 5, mit 5 Staminodien wechselnd. Fruchtknoten mit 1—2 grundständigen Samenknospen. Schliessfrucht 1samig. Keimling peripherisch. — Scleranthus.

III. **Alsineae.** Meist kleine, unscheinbare Kräuter mit zarten, an den Knoten mehr oder weniger verdickten Stengeln. Blätter gegenständig, oft sitzend, einfach, öfter am Grunde zu einer Scheide verwachsen, meist ohne Nebenblätter. Blüthenboden stets völlig verkürzt. K 5, selten 4. C meist vorhanden. A meist 10, doch vielfach schwankend, öfter nur 5 vollkommen ausgebildet. Griffel oder Narben 2—5. Kapsel einfächerig, ∞ samig, mit so vielen oder doppelt so vielen Klappen oder Zähnen, als Griffel oder Narben vorhanden, aufspringend.

I. Griffel oder Narben 3 (selten 2).
  A. Kronblätter ganz, oder seicht ausgerandet.
    a. Aeussere Staubgefässe an der Basis mit 2 kleinen Drüsen. Kapsel 3 klappig.
      * Samen nierenförmig, flügellos: Alsine.
      ** Samen 3eckig oder rundlich, flügellos oder geflügelt: Lepigonum (Spergularia).
      *** Samen verkehrt eiförmig, auf dem Rücken aufgetrieben-gewölbt, auf der entgegengesetzten Seite mit einer länglichen Grube: Henkeneya (Halianthus).
    b. Staubgefässe ohne Drüsen.
      * Kapsel 4—6 klappig. Samen mit Anhängsel: Möhringia.
      ** Kapsel 6 klappig. Samen nierenförmig, ohne Anhängsel: Arenaria.
  B. Kronblätter gezähnt. Staubgefässe meist 3—5. Samen schildförmig: Holosteum.
  C. Kronblätter tief ausgerandet oder 2 theilig. Staubgefässe 3, 5, 8 oder 10. Samen nierenförmig: Stellaria.

II. Griffel und Narben 4. Blüthe 4 gliederig. Kapsel 8 zähnig: Moenchia.

III. Griffel und Narben 5.
  A. Blüthe 4—5 gliederig; A 4, 5 oder 10. Kronblätter ungetheilt. Kapsel 4—5 klappig. Samen nierenförmig, flügellos: Sagina.
  B. Blüthe 5 gliederig.
    a. Kronblätter ungetheilt. Kapsel 5 klappig. Samen kreisrund, mit einem Flügel umzogen: Spergula.
    b. Kronblätter ausgerandet oder 2 spaltig. Samen flügellos.
      * Kapsel an der Spitze 10 klappig. Narben vor den Kelchblättern: Cerastium.
      ** Kapsel 5 klappig. Narben vor den Kronblättern: Malachium.

Spergula arvensis L., Spergel, Spark; in sandigen Gegenden als Futterkraut cultivirt.

IV. **Sileneae.** Meist Kräuter mit knotig gegliedertem Stengel und gegenständigen, sitzenden, meist schmalen, oft an der Basis scheidig verwachsenen, nebenblattlosen Blättern. K (5). C 5, die Blätter oft zerschlitzt oder gespalten, manchmal mit Ligulargebilden (Nebenkrone). A 5 + † 5. G (2—5), 1 fächerig oder unvollkommen mehrfächerig. Griffel 2—5. Oberhalb des Kelches ist die Blüthenaxe oft zu einer C, A und G tragenden Säule verlängert.

I. Griffel und Narben 2.
  A. Kelch mit trockenhäutigen Streifen.
    a. Samen nierenförmig, mit gerundetem Rücken. Keimling gekrümmt: Gypsophila.
    b. Samen schildförmig oder gewölbt, mit vorspringendem Kiel. Keimling fast gerade: Tunica.
  B. Kelch ganz krautig.
    a. Kelch von mehreren Hochblättern umgeben. Blumenblätter plötzlich in den meist mit Flügelleisten versehenen Nagel verschmälert, ohne Krönchen (Ligula). Sonst wie Tunica: Dianthus.
    b. Kelch ohne Hochblätter. Blumenblätter am Nagel mit Flügelleisten. Keimling gekrümmt.
      * Kelch cylindrisch. Blumenblätter mit einem 2 spitzigen Nebenkrönchen. Samen nierenförmig: Saponaria.
      ** Kelch bauchig, 5 kantig. Blumenblätter ohne Krönchen. Samen kugelig: Vaccaria.

II. Griffel und Narben 3.
  A. Frucht eine schwarze, 1 fächerige Beere: Cucubalus.
  B. Frucht eine unvollständig 3-, selten 5 fächerige Kapsel: Silene.

III. Griffel und Narben 5 (seltener 3).
  A. Kapsel am Grunde 5 fächerig, an der Spitze 5 klappig: Viscaria.
  B. Kapsel 1 fächerig.
    a. Kapsel 10 zähnig aufspringend (oft — wenn nur 3 Griffel — mit 6 Zähnen): Melandryum.

b. Kapsel 5zähnig oder -klappig.

* Blumenblätter mit Nebenkrone, der Nagel ohne Flügelleisten.

0 Krönchen auf einer hohen Wölbung stehend. Fruchtknoten nicht gedreht: Lychnis.

00 Krönchen flach aufsitzend. Fruchtknoten schwach gedreht: Coronaria.

** Blumenblätter ohne Krönchen, der Nagel mit Flügelleisten: Agrostemma.

Saponaria officinalis L., Seifenkraut, die Wurzel officiell (Radix Saponariae rubrae — Saponin, Gummi). Arten von Dianthus, Nelke (D. barbatus L., D. Caryophyllus L., D. chinensis L. u. A.), Lychnis, Lichtnelke (L. chalcedonica L., L. coronaria L. etc.), Gypsophila (G. paniculata L.), sind häufige Zierpflanzen in Gärten.

750. (Fam. 158.) Aizoaceae (Ficoideae, Mesembryanthemeae). Kräuter oder Sträucher mit meist fleischigen, saftreichen Blättern ohne Nebenblätter. B ⁎, ☿, einzeln oder in Trugdolden, bald ansehnlich, bald unscheinbar. K 4—8. C ∞, manchmal auch 0. A 4 — ∞. G (4—20), ober- oder halb- oder ganz-unterständig, der Fruchtknoten gefächert, mit ∞ amphitropen Samenknospen. Frucht meist eine mehrfächerige, ∞samige, vom Kelche umgebene Kapsel. Samen mit Endosperm. Keimling gekrümmt. 450 Arten in Tropen und gemässigten Zonen, besonders in Südafrika.

Zahlreiche Arten der Gattung Mesembryanthemum als Zierpflanzen (Eiskräuter). Tetragonia expansa Ait. (Neuseeland), als neuseeländischer Spinat als Gemüse cultivirt.

751. (Fam. 159.) Portulacaceae. Meist 1jährige Kräuter mit sitzenden oder kurz gestielten, meist abwechselnden Blättern ohne oder mit rudimentären Nebenblättern. K meist (2), öfter halboberständig, oft oberhalb der Basis abfallend. C 4—6, oft 5, sehr hinfällig, in der Knospe dachig, oft 0. A 3 — ∞, zuweilen am Grunde verwachsen. G (3), 1fächerig, selten mehrfächerig, mit 1 oder mehr grundständigen, langgestielten, amphitropen Samenknospen in jedem Fache. Kapsel quer oder klappig aufspringend, ∞samig; seltener eine 1samige Nuss. Keimling gekrümmt. 225 Arten in warmen und gemässigten Zonen.

Portulaca: Kelchsaum abfallend. C 5, frei oder am Grunde verwachsen. A 8—15. Griffel 3—6spaltig. Kapsel quer aufspringend.

Montia: Kelch bleibend. C trichterförmig, mit auf einer Seite gespaltener Röhre, der Saum 5theilig. A 3. Griffel fast fehlend, mit 3 Narben. Kapsel 3klappig.

Portulaca oleracea L., aus Südeuropa eingeschleppt und verwildert, die var. sativa Haw. als Gemüsepflanze (Portulak) gebaut. Manche Arten als Zierpflanzen (P. grandiflora Hook., P. Gilliesii Hook. u. a. chilenische Arten).

III. Reihe. Aphanocyclicae.

B acyclisch, hemicyclisch oder cyclisch, zuweilen mit einfachem P (die Familien 160 und 164), meist aber mit K und C. A fast stets zahlreicher als die Blüthenhüllentheile, spiralig in unbegrenzter Zahl, oder durch Verzweigung oder Verdoppelung vermehrt, seltener in eucyclischem Verhältnisse zur Blüthenhülle. G fast stets oberständig, meistens mit wandständigen Placenten.

58. Ordnung. Polycarpicae.

B meistens acyclisch oder hemicyclisch, mit einfachem P oder mit K und C. G meist ∞, monomer, 1- oder ∞samig, selten nur einer.

752. (Fam. 160.) Lauraceae. Meist immergrüne Bäume mit lederigen, einfachen, seltener gelappten und abfallenden Blättern ohne Neben-

blätter. B in Trauben, Rispen oder Trugdolden, ☿ oder durch Verkümmerung eingeschlechtlich, cyclisch. P kelchartig, mit 2 alternirenden, 2—3-zähligen Kreisen, am Grunde verwachsenblätterig. A in 2—5 meist 3gliederigen Kreisen, dem P oder dem Blüthenboden eingefügt, oft einige (oder in ♀ B alle) staminodienartig, die Antheren auf der Aussen- oder Innenseite (beides oft in derselben B) mit 2 oder 4 sich von unten nach oben lösenden Klappen aufspringend, die Staubfäden oft jederseits mit einer Drüse. G (3), 1fächerig, mit 1 hängenden, anatropen Samenknospe, 1 Griffel und 2—3lappiger Narbe. Beere oder Steinfrucht, oft von der bleibenden Perigonbasis umgeben, oder von dem verdickten, saftig werdenden Blüthenstiel gestützt. Same mit geradem Keimling, ohne Endosperm. 1000 meist den Tropen angehörende Arten.

I. Laureae. Charakter wie oben.

Laurus nobilis L., Lorbeer (Mittelmeerländer), die Blätter als Gewürz und die Beeren officinell (Baccae Lauri — ätherisches Oel, fettes Oel, Laurostearin, Laurin etc.). Cinnamomum zeylanicum Nees, Zimmtbaum, auf Ceylon heimisch, liefert die echte Zimmtrinde (Cortex Cinnamomi zeylanici, Cinnamomum acutum — Zimmtöl, Harz, Stärke, Gummi etc.), C. aromaticum Nees (China) die Zimmtkassia (Cassia cinnamomea, mit den Bestandtheilen der vorigen, aber in anderen Verhältnissen). Camphora officinarum Nees, Kampforbaum, in Ostasien heimisch, liefert den Kampfer (Camphora) durch Sublimation des Holzes und der Blätter. Dicypellium caryophyllatum Nees (Brasilien) liefert den Nelkenzimmt (Cassia caryophyllata). Das Holz von Sassafras officinalis Nees (Nordamerika) ist officinell (Lignum Sassafras) — ätherisches Oel, Harz, Gerbstoff).

129 Arten aus 9 Gattungen in der Kreide und besonders im Tertiär (davon Laurus 40, Cinnamomum 20, Persea 21 Arten).

II. Cassytheae. Krautartige, chlorophylllose Schmarotzer vom Ansehen der Cuscuteen (§ 674), wie diese mittelst Haustorien sich anderen Pflanzen anheftend; sonst wie die Laureen, nur wird die nussartige Frucht vom fleischig werdenden P ganz eingehüllt.

Die Gattung Cassytha vorzüglich im tropischen Asien und Neuholland heimisch.

753. (Fam. 161.) Berberideae. Kräuter oder Sträucher mit spiraligen, getheilten oder ungetheilten Blättern. B ☿, cyclisch, 2—3zählig, der K in 2 oder mehr, C und A in je 2 Quirlen. C in der Knospe dachig, die Blätter am Grunde oft mit Honigdrüsen, selten gespornt. Staubfäden oft reizbar (§ 325), die Staubbeutel mit 2 sich von unten nach oben lösenden Klappen, sehr selten mit Längsspalten aufspringend. G 1, mit mehreren am Grunde oder neben der Naht sitzenden Samenknospen. Frucht meistens eine Beere. Same mit Endosperm. — 100 in den gemässigten Klimaten lebende Arten.

Berberis: K, C und A 6zählig. C ohne Nebenkrone. Von den 3 am Grunde der Naht befestigten Samenknospen der B. vulgaris ist die obere, länger gestielte meist atrop; die beiden unteren, kürzer gestielten sind anatrop. Sträucher.

Epimedium: K, C und A 4zählig. C mit kappenförmigen Nebenblumenblättern. Kräuter.

Berberis vulgaris L., Sauerdorn, Berberitze, liefert im Holze gelben Farbstoff; häufiger Zierstrauch. Mahonia aquifolium Nutt. (Nordamerika) häufiger Zierstrauch.

5 Arten der Gattung Berberis im Tertiär.

754. (Fam. 162.) Menispermaceae. Windende und klimmende Sträucher mit spiralig stehenden, meist hand- oder schildförmigen, manchmal gelappten, nebenblattlosen Blättern. B in Trauben oder Rispen, 2häusig, oft mit Rudimenten der ♂ oder ♀ Geschlechtsorgane, cyclisch, ihre Glieder in 2—3-, selten 4—5zähligen Wirteln, der K in 2—10, C und A in je 2,

seltener mehr Quirlen. G $\underline{1-6}$, selten mehr, jeder Fruchtknoten mit 1 Samenknospe. Steinfrüchte und Samen mehr oder minder gebogen. Samen mit oder ohne Endosperm. 100 meist tropische Arten.

Jateorrhiza palmata (J. Columbo Miers, Cocculus palmatus DC.) in Ostafrika liefert die officinelle Columbowurzel (Radix Columbo — Columbin, Berberin, Columbosäure, Stärke). Menispermum canadense L. (Nordamerika) bei uns häufig als Laubenbekleidung. Die Früchte von Anamirta Cocculus W. et Arn. (Ostindien) sind die giftigen Kokkelskörner. — 3 tertiäre Arten.

755. (Fam. 163.) Lardizabaleae. Schlingende Sträucher mit meist gefingerten Blättern und 1- oder 2häusigen B. K 3 oder 6, gefärbt. C 6, oft schuppenförmig oder fehlend. A 6, mit bald freien, bald verwachsenen Filamenten. G $\underline{3}$, einfächerig, jeder mit ∞ wandständigen Samenknospen. Samen mit Eiweiss. 13 tropische Arten.

756. (Fam. 164.) Myristicaceae. Bäume oder Sträucher mit spiralig gestellten, ganzrandigen, lederartigen, nebenblattlosen Blättern. B achsel- oder endständig, einzeln oder in Rispen, diöcisch, cyclisch. P 3lappig, glockenförmig, lederig. A 3—18 und mehr (meist 6—12), unter sich mehr oder weniger vollständig zu einer Säule verwachsen. G $\underline{(1)}$, 1fächerig, mit 1 fast grundständigen, anatropen Samenknospe und meist 2lappiger Narbe. Frucht eine fleischige, 2klappige Kapsel. Same mit einem unregelmässig zerschlitzten, rothen Samenmantel (arillus), mit harter, zerbrechlicher äusserer und brauner, häutiger, dünner innerer Schalenschicht, die letztere in die faltigen Einbuchtungen des reichlichen, öligen Endosperms hineinwachsend, wodurch dieses beim Durchschneiden marmorirt erscheint. Embryo klein, gerade, im Grunde des Endosperms. 100 tropische Arten.

Myristica fragrans Houtt. (M. moschata Thbg., M. aromatica Lam.), Muskatnussbaum, auf den Molukken heimisch, in den meisten Tropengegenden cultivirt, liefert die „Muskatblüthe oder Macis", d. h. den Samenmantel (mit fettem und ätherischem Oel) und die Muskatnuss, d. h. das Endosperm der Samen mit der inneren braunen Schicht der Samenschale (Nux moschata — fettes und ätherisches Oel), beide als Gewürz benutzt und auch officinell.

757. (Fam. 165.) Anonaceae. Bäume oder Sträucher mit einfachen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern. Blüthentypus K 3; C 3 + 3, klappig; A ∞; G $\underline{3-\infty}$. Samen mit zerklüftetem Endosperm. 400 tropische Arten.

Die apfelgrossen Scheinfrüchte von Anona squamosa L., A. reticulata L. u. a. A. werden gegessen. — 12 Arten im Tertiär.

758. (Fam. 166.) Magnoliaceae. Bäume oder Sträucher mit spiralig gestellten, oft lederartigen, ganzrandigen, selten gelappten Blättern und meist auch mit hinfälligen, tutenförmigen Nebenblättern. B meist einzeln, seltener in Rispen, oft durch Grösse ausgezeichnet, in der Regel ☿, spiralig, oder die C in mehreren Kreisen. K 3; C 3 + 3 oder ∞, dachig; A ∞; G $\underline{\infty}$, spiralig oder quirlig, 1fächerig, mit 1—2 anatropen Samenknospen. Früchte balgkapsel- oder nussartig. Samen mit glattem Eiweiss. 72 Arten in wärmeren und gemässigten Klimaten.

I. Magnolieae. Fruchtknoten auf dem kegelförmig verlängerten Blüthenboden spiralig. B in der Knospe von einem scheidenartigen Hochblatte umgeben, das beim Aufbrechen einseitig aufgeschlitzt und mit Hinterlassung einer Ringnarbe abgeworfen wird.

Magnolia Yulan Desf. (China), M. grandiflora L. (Nordamerika), M. fuscata Andr. (China) u. a. A. sind Zierpflanzen. Liriodendron tulipifera L., Tulpenbaum (Nordamerika), häufig als Zierbaum in Gärten.

II. Illicieae (Wintereae). Fruchtknoten quirlig. Nebenblätter 0.

Illicium anisatum L. (China, Japan) liefert den officinellen Sternanis (Fructus Anisi

stellati — ätherisches und fettes Oel, Harz etc.). Von Drimys Winteri Forst. (Südamerika) stammt die früher efficinelle echte Winterrinde (Cortex Winteranus).

24 Arten (21 Magnolia) kommen in der Kreide und im Tertiär vor.

III. **Trochodendreae.** Von I und II durch den gänzlichen Mangel von K und C verschieden. G ∞, quirlig. Nebenblätter 0. Kleine, in Japan und Ostindien heimische Gruppe.

IV. **Schizandraceae.** Ohne Nebenblätter. B eingeschlechtlich. K und C 6—15, nicht deutlich geschieden, in fortlaufender Spirale oder selten in trimeren, alternirenden Quirlen. G spiralig.

759. (Fam. 167.) Calycanthaceae. Sträucher mit 4kantigen Aesten und gegenständigen, ungetheilten, nebenblattlosen Blättern. B *, acyclisch. K, C, A und G ∞, in spiraliger Ordnung ohne scharfe Abgrenzung in einander übergehend. Fruchtblätter frei, nur mit 1 Samenknospe. 3 nordamerikanische und japanische Arten.

Calycanthus floridus L., Zierstrauch aus Nordamerika, mit aromatischen, dunkelbraunen Blüthen.

27 760. (Fam. 168.) Ranunculaceae. Meist Kräuter mit spiralig gestellten oder selten gegenständigen, häufig handförmig getheilten, nebenblattlosen Blättern mit an der Basis scheidigen Blattstielen. Manchmal eigenthümlich gestaltete, oft kelchartige (Hepatica) Hochblätter vorhanden. B selten einzeln, meist rispig, traubig oder doldig, ☿, *, seltener ↑, mit typisch 5zähligen Blüthenhüllen. K 3—6, meist hinfällig, oft corollinisch. C 0 — ∞, wie der K in der Knospe meist dachziegelartig, selten klappig. A ∞ (selten nur 5—10), spiralig oder in alternirenden Kreisen, zuweilen theilweise staminodienartig. G $\underline{1-\infty}$ (einer nur selten), spiralig oder wirtelig, 1fächerig, aus je einem Carpellblatte gebildet, mit einer oder mehreren Samenknospen an der Bauchnaht desselben. Früchte Nüsschen oder Balgkapseln, selten Beeren. Same mit Endosperm. 1200 fast nur in gemässigten und kalten Zonen vorkommende Arten, in den Tropen nur Clematideen.

I. **Clematideae.** K 4- oder mehrblätterig, corollinisch, in der Knospe klappig. C 0. G ∞, mit je 1 hängenden, anatropen Samenknospe. Staubbeutel nach aussen aufspringend. Frucht nussartig, 1samig. Blätter gegenständig.

Clematis: K 4blätterig.

Atragene: K mit noch einem zweiten inneren Kreise aus ∞ kleinen, kurzen Blättchen (C).

II. **Anemoneae.** K 4, 6 oder mehr, in der Regel 5zählig, in der Knospe dachig, oft corollinisch. C 5, 6 oder mehr, öfter 0, manchmal mit Honiggrübchen am Grunde der Blätter. G ∞, mit je 1 aufrechten oder hängenden Samenknospe. Staubbeutel aussen aufspringend. Nüsschen. Blätter spiralig.

A. Nur 5(—10) A. Kblätter am Grunde gespornt. Cblätter am Grunde des langen Nagels mit Honiggrübchen. Früchtchen auf einer verlängert-cylindrischen Blüthenaxe: Myosurus.

B. ∞ A. Kblätter nicht gespornt.

1. C grösser als K.

a. K 5, selten 3. C 5, selten mehr, auf dem kurzen Nagel mit einem Honiggrübchen: Ranunculus (mit den oft als eigene Gattungen betrachteten Untergattungen: Batrachium, Ficaria, Ceratocephalus etc.).

b. K 5. C 6 oder mehr, ohne Honiggrübchen: Adonis.

2. C 0 oder viel kleiner als der corollinische K.

a. Blüthenaxe gewölbt, halbkugelig. B mit einer aus einem meist 3zähligem Blattquirl gebildeten Hülle: Anemone, deren Untergattungen nach folgenden Charakteren auch als Gattungen betrachtet werden:

* Hüllblätter getheilt.

† Hülle laubblattartig. C 0. Früchtchen ungeschwänzt: Anemone.

†† Hülle fingerig-vieltheilig. C rudimentär, drüsig. Früchtchen durch den stehenbleibenden, bärtigen Griffel lang geschwänzt: Pulsatilla.

** Hüllblätter ungetheilt, dicht unter der B, kelchartig. C 0. Früchtchen ungeschwänzt: Hepatica.

b. Blüthenaxe flach. C 0. B ohne Hülle: Thalictrum.

III. **Helleboreae.** K 5, corollinisch, in der Knospe dachig. C 4 — ∞, mit Nectarien, oder ganz in solche umgewandelt, oder fehlend, in der Knospe dachig. Antheren aussen aufspringend. G 1—10. Früchte balgkapselartig, mit mehreren Samen längs der Bauchnaht.

A. Blüthe ↑.

1. Oberes Kelchblatt gespornt. C 4, die 2 oberen Blätter oder nur eines gespornt: Delphinium.
2. Oberes Kelchblatt helmförmig. C 5, die zwei oberen Blätter länger, kappenförmig gespornt: Aconitum.

B. Blüthe ✳.

1. Blätter der C gross oder als Nectarien.
   a. Blumenblätter gross, trichterförmig, nach abwärts gespornt: Aquilegia.
   b. ,, ,, klein, 2lippig, unten mit einer durch eine Schuppe bedeckten Honiggrube: Nigella.
   c. ,, ,, klein, linoal, an der Basis mit nackter Honiggrube. K abfallend: Trollius.
   d. ,, ,, klein, röhrig. K bleibend: Helleborus.
   e. ,, ,, klein, röhrig. K abfallend. Fruchtknoten gestielt: Eranthis.
   f. ,, ,, klein, kappenförmig. K abfallend. Fruchtknoten ohne Stiel: Isopyrum.
2. C fehlend: Caltha.

IV. **Paeonieae.** K 4—5, C 4 — ∞ oder 0, G meist 1—3. Antheren auf der Innenseite aufspringend. Früchte balgkapsel- oder beerenartig, mehrsamig.

A. Nur 1 Fruchtknoten. K 4blätterig. Frucht eine Beere: Actaea.

B. 2 oder mehr Fruchtknoten. Frucht balgkapselartig.

1. C 4blätterig: Cimicifuga.
2. C 5- oder mehrblätterig: Paeonia.

761. Wichtigere Arten sind:

Clematis Viticella L. und C. coerulea Lindl. (Japan) häufig als Ziersträucher (schlingend) cultivirt. Ranunculus asiaticus L., Goldknöpfchen (Kleinasien), die gefüllten Formen oft in Gärten gezogen. Pulsatilla pratensis Mill. und P. vulgaris Mill., Kuhschelle, von beiden das Kraut officinell (Herba Pulsatillae — Anemonin, Anemonsäure). Helleborus viridis L., Nieswurz, der Wurzelstock officinell (Rhizoma Hellebori viridis — Helleborin, Helleborein). Aconitum Napellus L. und A. Stoerkeanum Rchb., Eisenhut, Kraut und Wurzelstock officinell (Herba Aconiti — Aconitin, Nepalin etc. — Rhizoma s. Tuber Aconiti — Aconitin, Nepalin, Aconellin, Napellin, Acolyctin, Aconitsäure etc.). Arten der Gattungen Delphinium, Rittersporn (D. Ajacis L. aus Südeuropa, D. elatum L., D. orientale Gay aus Kaukasien etc.), Aquilegia, Aklei (A. vulgaris L.), Paeonia (P. officinalis L., Südeuropa; P. arborea Don aus Ostasien), ferner von Aconitum etc. werden in Gärten häufig als Zierpflanzen gezogen.

5 Arten im Tertiär, davon 4 zu Clematis.

762. (Fam. 169.) Nymphaeaceae. B in der Regel acyclisch, ohne scharfe Grenze zwischen C und A. G polycarpisch oder monocarpisch. Same meist mit Endosperm und Perisperm. Man unterscheidet 3 Unterfamilien:

I. **Nymphaeinae.** Wasserpflanzen mit kriechendem, dickem Stamm mit zerstreuten Gefässbündeln. Blätter lang gestielt, schild- oder herzförmig, schwimmend, in der Knospe eingerollt, meist pergament- oder lederartig. B ansehnlich, aufgetaucht, lang gestielt, ☿. K 4—5, in der Knospe dachziegelig, grün oder gefärbt. C ∞, allmählich in die A ∞ übergehend und wie diese und der K spiralig. G (∞), mit vielstrahliger Narbe und vielfächerigem Fruchtknoten, in jedem Fache mit ∞ anatropen, wandständigen Samenknospen. Frucht eine Beere. Keimling kurz, gerade, innerhalb des Endosperms in einer Vertiefung des Perisperms liegend. 28 Arten in der warmen und gemässigten Zone.

Nymphaea: K 4. C ∞, ohne Honiggrübchen. Weiss blühend.

Nuphar: K 5. C ∞, auf dem Rücken mit Honiggrübchen. Gelb blühend.

Victoria regia Lindl., im Gebiete des Amazonas in Südamerika, oft in Glashäusern cultivirt, durch bedeutende Dimensionen der B und schildförmigen Blätter ausgezeichnet. — 18 Arten im Tertiär.

II. **Nelumbieae.** K 4—5, C ∞ in die A ∞ übergehend. G $\underline{\infty}$; die einzelnen monomeren, je 1—2 grundständige Samenknospen enthaltenden Fruchtknoten sind in grubige Vertiefungen des fleischigen Blüthenbodens eingesenkt. Nuss mit endospermlosen Samen. 2 Arten, von denen Nelumbium luteum Willd. in Nordamerika, N. speciosum Willd. im tropischen Asien heimisch ist. Letzteres gilt als die geheiligte Lotosblume der alten Aegypter und Inder. — 3 Arten im Tertiär.

III. **Cabombeae.** B cyclisch. K 3, C 3, A 6 — ∞, G $\underline{3 - \infty}$, die Fruchtblätter frei und quirlig, mit je 2—3 hängenden Samenknospen. Untergetauchte Blätter haarförmig-vielspaltig, schwimmende schildförmig. — 3 Arten in Ostindien und Amerika.

59. Ordnung. Rhoeadinae (Cruciflorae).

Blätter meist spiralig, ohne Nebenblätter. B ☿, * oder ↑, cyclisch, monocarpisch, in jede Blattformation meist mehrere, fast immer 2gliederige Kreise fallend, ihr Typus K 2—4, C 2 + 2, A 2 + 2 oder ∞, meist frei, G $\underline{(2)}$ oder $\underline{(\infty)}$. Frucht meist kapselartig. Same meist ohne Endosperm.

763. (Fam. 170.) Papaveraceae. Milchsaft führende Kräuter mit spiralig stehenden, meist tief gespaltenen oder getheilten Blättern. B *, meist einzeln, selten in Rispen oder Dolden mit Gipfelblüthe. K 2, seltener 3, meist bei Entfaltung der B abfallend; C 2 + 2 oder 3 + 3, in der Knospe zerknittert. A ∞ in alternirenden Kreisen. G $\underline{(2 - \infty)}$ (bei 2 diese lateral), 1fächerig, 1—mehrkammerig. Samenknospen meist ∞, wandständig, anatrop, selten 1—2. Frucht eine Kapsel. Same mit Endosperm. 60 besonders der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Papaver: Kapsel 4—20kammerig, sich unter der sitzenden, 4—20lappigen Narbe mit eben so vielen kleinen Klappen öffnend.

Chelidonium: Kapsel schotenartig, 1fächerig, 2klappig, die Klappen sich vom Grunde nach der Spitze zu von den beiden stehen bleibenden Samenträgern ablösend.

Glaucium: Kapsel schotenartig, unecht 2fächerig, 2klappig.

Papaver somniferum L., Mohn, Schlafmohn (Orient, bei uns cultivirt), liefert in dem eingetrockneten Milchsafte der jungen Früchte das im Orient als Genussmittel dienende, bei uns officinelle Opium (mit Morphin, Narcotin, Kodeïn, Narceïn, Papaverin, Opianin etc.). Officinell sind ferner die Samen (Semen Papaveris — fettes Oel, sehr wenig Morphin) und das aus denselben gewonnene, auch als Speiseöl benutzte Oel. P. Rhoeas L., Klatschmohn; die Blüthen officinell (Flores Rhoeados — Rhöadin, Rhöadinsäure, Klatschrosensäure), sonst lästiges Ackerunkraut. Chelidonium majus L., Schöllkraut, das Kraut officinell (Herba Chelidonii — Chelerythrin oder Pyrrhopin, Chelidonin, Chelidoninsäure, Chelidoxanthin). Als Zierpflanze ist Eschscholtzia californica Cham. (Californien) in Gärten häufig.

764. (Fam. 171.) Fumariaceae. Kräuter ohne Milchsaft, zuweilen mit Knollen, mit zarten, zerbrechlichen, meist bläulich bereiften Stengeln und spiralig gestellten, fiederig eingeschnittenen, zuweilen mehr oder weniger rankenden Blättern. B in Trauben meist ohne Gipfelblüthe. ☿, meist ↑. K 2, sehr hinfällig; C 2 + 2, mit dem K alternirend, meistens das eine äussere Blatt (selten beide) mit Sporn. A 2 + 2, frei oder (meistens in 2 Bündel verwachsen. G $\underline{(2)}$, 1fächerig, mit 2lappiger Narbe. Frucht schotenoder nussartig. Same mit Endosperm. 100 Arten, besonders der nördlichen gemässigten Zone eigen.

I. **Hypecoeae.** Blumenblätter ungespornt. A frei. Hypecoum.

II. **Fumarieae.** Das eine oder beide äussere Blätter der C gespornt. A $2^3 + 0$, d. h. von den 4 Staubgefässen sind das vordere und hintere so gespalten und die Hälften mit je einem

seitlichen Staubblatte so verwachsen, dass 2 Bündel aus je einem mittleren Staubfaden mit ganzer Anthere und 2 seitlichen mit halber Anthere vorhanden sind.

Corydalis: Frucht eine flache, schotenartige, 1fächerige, vielsamige Kapsel.

Fumaria: Frucht eine 1samige Nuss.

Dicentra (Diclytra) spectabilis Bernh. ist eine in Gärten sehr häufige, aus Japan stammende Zierpflanze.

765. (Fam. 172.) Cruciferae. Meist krautartige Gewächse, mit spiraligen, selten unten gegenständigen, ganzen oder getheilten Blättern. B in Trauben ohne Gipfelblüthe, meist ohne Tragblätter, ☿, meist *. K $2 + 2$, das untere (äussere) Paar lateral, das obere median (vgl. Fig. 43 A auf S. 101). C 4, mit dem K alternirend, als wäre dieser ein Wirtel. A $2 + 2^2$, die unteren kürzer, die oberen durch Verdoppelung 4 und länger (tetradynamische A). G $\underline{(2)}$, an seiner Basis oft kleine Nectarien zwischen den Staubgefässen, seine Carpelle lateral, die Samenträger an den verwachsenen Rändern derselben und zwischen letzteren eine dünnhäutige Gewebeplatte (falsche Scheidewand), daher der Fruchtknoten 2fächerig. Samenknospen in 2 alternirenden Reihen auf jeder Placenta, meist ∞, campylotrop, hängend oder wagerecht. Griffel ungetheilt, oft fehlend. Frucht 2fächerig, selten durch weitere falsche Scheidewände der Quere nach getheilt, eine 2klappige (als Schote bezeichnete) Kapsel mit von unten nach oben sich so ablösenden Klappen, dass die Samenleisten an der Längsscheidewand stehen bleiben; seltener nicht aufspringend (nussartig) oder quer in 1samige Abtheilungen zerspringend (Gliederschote). Samen ohne Eiweiss. Der Keimling ist in sehr verschiedener Weise gekrümmt und darauf beruht die Eintheilung der Familie in 5 grössere Gruppen:

1. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen der Kante der beiden flach aufeinander liegenden Cotyledonen anliegt: Pleurorhizeae; ihr dem schematischen Querschnitte des Keimlings entsprechendes Zeichen ist ○ =.

2. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen dem einen der beiden flachen Keimblätter anliegt: Notorhizeae, ○ ||.

3. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen in der Rille der beiden dachig gefalteten Cotyledonen liegt: Orthoploceae, ○ >>.

4. Keimblätter spiralig gerollt, so dass sie auf dem Querschnitte zweimal durchschnitten werden: Spirolobeae, ○ || ||.

5. Keimblätter so hin und her gebogen, dass sie auf dem Querschnitte 3—4mal sichtbar werden: Diplecolobeae, ○ || || || ||.

Ferner sind für die Systematik der Familie die Grössenverhältnisse der Frucht, wie die Stellung der Scheidewand von Wichtigkeit. Ist der Längendurchmesser der Frucht viel grösser, als der Breitendurchmesser, so heisst sie Schote (siliqua); ist sie so lang oder wenig länger, als breit, Schötchen (silicula). Ist letzteres parallel mit der Scheidewand flach gedrückt, so dass diese dem grössten Breitendurchmesser entspricht, so ist es latisept; steht dagegen die Scheidewand im kleinsten Breitendurchmesser, so ist es angustisept.

Man kennt circa 1200 den gemässigten und kalten Regionen angehörende, vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone eigenthümliche Arten.

Die deutschen Gattungen sind folgende:

I. **Pleurorhizeae**, ○ ═

1. Arabideae: Frucht eine Schote.
   a. Klappen der Frucht nervenlos oder am Grunde schwach 1nervig.
      * Samen in jedem Fache 1reihig.
         α. Keimblätter flach: Cardamine.
         β. Keimblätter sich mit den Rändern umgreifend: Dentaria.
      ** Samen streng oder unregelmässig 2reihig: Nasturtium.
   b. Klappen 1nervig.
      * Samen 2reihig. Narbe ungetheilt: Turritis.
      ** Samen 1reihig.
         α. Narbe 2lappig, Lappen zurückgekrümmt: Cheiranthus.
         β. Narbe ungetheilt oder schwach ausgerandet.
            0 Klappen gekielt (Frucht abgerundet 4kantig): Barbarea.
            00 Klappen flach: Arabis.
2. Alyssineae: Frucht ein Schötchen mit breiter Scheidewand.
   A. Staubfäden mit einem flügelförmigen Zahne oder mit einer schwieligen Hervorragung an der Basis.
      a. Fächer mit 1—4 Samen: Alyssum.
      b. Fächer mit 6 und mehr Samen.
         * Klappen flach oder convex: Farsetia (Berteroa).
         ** Klappen halbkugelig aufgeblasen: Vesicaria.
   B. Staubfäden zahnlos.
      a. Schötchen kugelig oder fast kugelig: Cochlearia.
      b. Schötchen flach.
         * Schötchen auf einem verlängerten Fruchtträger. Samenstiele (Nabelstränge) mit der Scheidewand verwachsen: Lunaria.
         ** Schötchen sitzend. Samenstiele frei: Draba.
3. Thlaspideae: Frucht ein Schötchen mit schmaler Scheidewand.
   A. Staubblätter am Grunde mit einem Anhängsel. Fächer 2samig: Teesdalea.
   B. Staubblätter ohne Anhängsel.
      a. Fächer 1samig.
         * Frucht flach, rundlich-eiförmig, die Klappen flügelig gekielt: Iberis.
         ** Frucht ganz flach, oben und unten ausgerandet (brillenförmig), mit kreisrunden, stark flügelig berandeten Klappen: Biscutella.
      b. Fächer 2—mehrsamig. Schötchen flach, oben ausgerandet, geflügelt: Thlaspi.
4. Cakilineae: Frucht kurz, fast 2schneidig, 2gliederig, das obere Glied dolchförmig, nicht aufspringend: Cakile.

II. **Notorhizeae**, ○ ‖

5. Sisymbrieae: Frucht eine Schote.
   A. Klappen 1nervig.
      a. Narbe 2lappig, die Lappen an einander liegend, auf dem Rücken flach: Hesperis.
      b. Narbe stumpf oder ausgerandet: Erysimum.
   B. Klappen 3nervig: Sisymbrium.
6. Camelineae: Frucht ein Schötchen mit breiter Scheidewand, kugelig-birnförmig, mit vielsamigen Fächern: Camelina.
7. Lepidineae: Schötchen mit schmaler Scheidewand.
   A. Klappen ungeflügelt.
      a. Fächer ∞samig. Frucht oben ausgerandet: Capsella.
      b. Fächer 2samig. Frucht abgerundet: Hutchinsia.
   B. Klappen geflügelt oder flügelartig gekielt.
      a. Fächer 1samig. Staubgefässe ohne Anhängsel: Lepidium.
      b. Fächer 2samig. Die längeren Staubgefässe geflügelt: Aethionema.
8. Isatideae: Früchtchen nüsschenartig, nicht aufspringend, 1samig.
   A. Frucht kugelig, 1fächerig: Neslia.
   B. Frucht birnförmig, 3fächerig, die oberen Fächer leer: Myagrum.
   C. Frucht flach, 1fächerig, geflügelt: Isatis.

III. **Orthoploceae**, O > >
9. Brassiceae: Frucht eine 2klappige Schote.
A. Klappen 1nervig.
a. Samen kugelig, 1reihig: Brassica.
b. Samen oval oder länglich, zusammengedrückt.
* Samen 2reihig in jedem Fache: Diplotaxis.
** Samen 1reihig: Erucastrum.
B. Klappen 3nervig. Samen kugelig, 1reihig: Sinapis.
10. Zilleae: Frucht nussartig, nicht aufspringend, 1samig, kugelig-eirund: Calepina.
11. Raphaneae: Frucht eine Gliederschote oder ein Gliederschötchen.
A. Frucht lang, ∞samig: Raphanus.
B. Frucht kurz, das untere Glied stielartig, das obere kugelig.
a. Beide Glieder 1samig: Rapistrum.
b. Das untere Glied leer, nur das obere Glied 1samig: Crambe.

IV. **Spiroloheae**, O || ||
12. Buniadeae: 2- oder 4samige Schliessfrucht: Bunias.

V. **Diplecolobeae**, O || || || ||
13. Senebiereae: Schötchen mit schmaler Scheidewand. (Fächer 1samig): Senebiera.
14. Subularieae: Schötchen mit breiter Scheidewand. (Fächer 4samig): Subularia.

766. Wichtigere Arten sind:

I. Matthiola incana und annua, Levkoje, bekannte Zierpflanze aus Südeuropa und Orient. Cheiranthus Cheiri L., Goldlack, Zierpflanze aus Südeuropa, oft verwildert. Nasturtium officinale RBr., Brunnenkresse, als Salat- und Gemüsepflanze benutzt und oft cultivirt. Cochlearia officinalis L., Löffelkraut, das Kraut officinell (Herba Cochleariae — scharfes ätherisches Oel). C. Armoracia L., Merrettich, der als Gewürz benutzten Wurzel wegen gebaut. Anastatica hierochuntica L., Jerichorose (Orient), sehr hygroskopisch.

II. Hesperis matronalis Lam., Nachtviole, Zierpflanze aus Südeuropa, oft verwildert. Camelina sativa L., Leindotter, der Samen wegen als Oelpflanze gebaut. Lepidium sativum L., Kresse, Salatpflanze aus dem Orient. Isatis tinctoria L., Waid, als Farbepflanze cultivirt.

III. Brassica oleracea L., Gartenkohl (Küsten des westlichen Europas), wird in vielen Varietäten und Spielarten als wichtige Gemüsepflanze gebaut. Die wichtigsten derselben sind var. acephala (vulgaris und quercifolia), Braun- und Grünkohl; gemmifera, Rosenkohl; sabauda, Wirsing; capitata, Kopfkohl (als Weiss- und Rothkraut); gongylodes, Kohlrabi, Oberkohlrabi; botrytis, Blumenkohl. — Brassica Rapa L. (aus Südeuropa?); ebenfalls wichtige Culturpflanze, als var. annua, Sommerrübsen und oleifera, Winterrübsen, beide Varietäten als Oelfrüchte gebaut; var. rapifera, weisse Rübe und Teltower Rübchen. — B. Napus L. (aus Südeuropa?), gebaut als Oelfrucht in den var. annua, Sommerraps und oleifera, Winterraps; ferner var. Napobrassica, Kohlrübe, Wruke, Erdkohlrabi. — B. nigra L., schwarzer Senf, die Samen als Gewürz (Senf, Mostrich) und officinell (Semen Sinapis nigrae — fettes Oel, Myrosin, Myrosinsäure). Sinapis alba L., weisser Senf, der als Gewürz dienenden Samen wegen oft gebaut. Raphanus sativus L., Rettich (aus Asien stammend) und die var. Radicula, Radieschen, als Gemüsepflanzen gebaut.

2 Cruciferen kommen im Tertiär vor (Lepidium, Clypeola).

767. (Fam. 173.) Capparideae. Meistens Kräuter oder Sträucher, zuweilen klimmend, mit krautigen oder dornigen, zuweilen fehlenden Nebenblättern. B meist *, ☿. K 2 + 2, C 4; A 4 — ∞ (wenn 6 — nicht tetradynamisch). G (2 — ∞), der Fruchtknoten auf einer stielartigen Verlängerung der Blüthenaxe, 1fächerig, mit meist ∞ wandständigen Samenknospen. Frucht kapsel- oder beerenartig. Samen ohne Endosperm. 300 Arten der wärmeren Zone.

Capparis spinosa L., Kappernstrauch (Mittelmeerländer), liefert in seinen Blüthenknospen die als Gewürz beliebten Kappern.

768. (Fam. 174.) Resedaceae. Kräuter mit spiralig stehenden, oft getheilten Blättern und in Trauben oder Aehren stehenden, kleinen, ↑ B.

K und C 4—8blätterig. die Blumenblätter wenigstens zum Theil zerschlitzt, die oberen grösser. A meist ∞, einer unterständigen, nach oben stärker erweiterten Scheibe eingefügt. G (3–6), öfter gestielt, 1fächerig, an der Spitze offen und ohne Griffel, mit campylotropen, wandständigen Samenknospen. Frucht eine meist oben offene Kapsel. Samen ohne Endosperm. Keimling gebogen, sein Würzelchen einem Keimblatte aufliegend. 66 Arten in der gemässigten Zone, besonders im Mittelmeergebiete vertreten. Familie vielleicht naturgemässer den Cistifloren einzureihen.

Reseda odorata L., bekannte wohlriechende Zierpflanze aus Aegypten und Syrien. R. luteola L., Wau, liefert einen gelben Farbstoff.

60. Ordnung. Cistiflorae.

B vorherrschend cyclisch, meist mit K und C, in der Regel 5zählig, stets hypogyn. K in der Knospe fast ausnahmslos dachig. A in gleicher oder doppelter Zahl der C oder meist in Folge von Verzweigung ∞. G am häufigsten (3–5), ein- oder mehrfächerig, nie mit falscher Scheidewand, mit wandständigen oder axilen Samenknospen.

769. (Fam. 175.) Violaceae. Meist Kräuter mit oft verkürzter Axe. Blätter spiralig, in der Knospe eingerollt, mit Nebenblättern. B meist einzeln stehend, ☿, ↑. K 5, bleibend, an der Basis oft mit Anhängseln. C 5, das vordere (untere) Blatt meist am Grunde sackartig gespornt, die Krondeckung absteigend. A 5, die Staubfäden kurz (die beiden unteren bei unserer einheimischen Gattung Viola mit einem spornartigen Anhängsel, das in den Sporn des Blumenblattes hineinragt), die Antheren zusammenneigend. G (3), 1fächerig, mit wandständigen, anatropen Samenknospen und ungetheiltem Griffel. Frucht eine 3klappige Kapsel mit ∞ endospermhaltigen Samen. Keimling gerade. 200 Arten in warmen und gemässigten Klimaten, die strauchartigen tropisch.

Viola tricolor L., Stiefmütterchen, das Kraut officinell (Herba Jaceae s. Violae tricoloris — gelber Farbstoff, Schleim); in vielen Spielarten in Gärten cultivirt. V. odorata L., Märzveilchen, beliebte Gartenzierpflanze. — 1 Art im Tertiär.

770. (Fam. 176.) Droseraceae. Kräuter mit meist grundständigen, spiraligen, gestielten, drüsig behaarten oder gefransten Blättern mit wimperartigen Spuren von Nebenblättern. B in Wickeln, *, ☿, ihr Typus K 5, C 5, mit dachiger Knospenlage, A 5, G (3). Manchmal A 10 oder G (5). G 1—3fächerig. Griffel so viele als Carpelle, 2spaltig. Samenknospen anatrop, wandständig, selten grundständig. Kapsel 3—5klappig. Samen sehr klein, ∞, mit Endosperm und geradem Keimling. 110 Arten in den gemässigten und warmen Zonen, besonders auf Mooren. Fleischverdauende Pflanzen: vgl. §§ 225—228.

Drosera: K 5spaltig. Moorpflanzen.

Aldrovanda: K 5blätterig. Untergetauchte Wasserpflanze mit dicht wirtelständigen Blättern.

Dionaea muscipula L., Venus-Fliegenfalle (Nordamerika), häufig in Gewächshäusern. Die am Rande gewimperten Blätter legen sich bei Reizung 2klappig nach oben zusammen.

771. (Fam. 177.) Sarraceniaceae. Sumpfkräuter mit krugartig ausgehöhlten, auf der Innenseite Wasser ausscheidenden Blattstielen, auf denen die kleine Spreite wie ein Deckel sitzt. B *, ☿, meist mit K 5, C 5, A ∞. G 3—5fächerig, mit axilen Placenten. Kapselfrucht. Same mit Endosperm.

10 besonders nordamerikanische Arten. Fleischverdauende Pflanzen: vgl. §§ 225—228.

772. (Fam. 178.) Nepenthaceae. Halbsträucher oder Sträucher, öfter klimmend. Blätter mit lanzettlichem, flachem, blattartigem, in eine Ranke endendem Stiele, der eine krug- oder kannenförmige, hohle, mit Deckel versehene Spreite trägt, welche aus Drüsen der Innenwand Wasser absondert. B *, diöcisch, die ♂ mit P (4 oder 3) und A (4—16); die ♀ mit P (4 oder 3) und G (4), 4fächerig. Samenknospen ∞, in ∞ Reihen im Innenwinkel der Fächer und auf den angrenzenden Theilen der Scheidewände. Kapselfrucht. 33 vorzüglich im tropischen Asien heimische Arten. Fleischverdauende Pflanzen: vgl. §§ 225—228.

Nepenthes destillatoria L. und N. Phyllamphora Willd. oft in Gewächshäusern; N. Rajah Hook. mit sehr grossen und weiten, fast fusslangen Kannen.

773. (Fam. 179.) Cistaceae. Sträucher, seltener Kräuter, mit gegenständigen, quirligen oder spiraligen Blättern, zuweilen mit Nebenblättern. B meist in Wickeln, oder einzeln, *, ☿. K 5, in der Knospe bald links, bald rechts gedreht, 2 Blätter manchmal kleiner oder fehlend. C 5, sehr hinfällig, in der Knospe in der dem K entgegengesetzten Richtung gedreht. A ∞. G (3), 1fächerig, die ∞ wandständigen Samenknospen meist orthotrop. Griffel ungetheilt. Kapsel mit ∞ endospermhaltigen Samen. Keimling gekrümmt. 60, besonders in den Mittelmeerländern heimische Arten. — Helianthemum.

Das früher officinelle Ladanum, Harz von Cistus creticus L., C. ladaniferus L. u. a. A. wird jetzt nur noch zu Räucherkerzchen verwendet. — 2 tertiäre Arten.

774. (Fam. 180.) Bixacaeae. Holzgewächse mit abwechselnden, einfachen Blättern und meistens mit Nebenblättern. K 4—5 oder 4—12. C ∞ oder auch 0. A ∞. Samenknospen ∞, wandständig, anatrop. Frucht eine 1fächerige Beere oder Kapsel. Same mit Endosperm; Keimling gerade. 320 tropische Arten.

Bixa Orellana L., Südamerika, liefert im Fruchtfleische einen als Orlean oder Rocou in den Handel kommenden Farbstoff.

775. (Fam. 181.) Hypericaceae. Kräuter, seltener Holzgewächse, mit gegenständigen oder quirligen, drüsig punktirten Blättern ohne Nebenblätter. B in Schraubeln, ☿, *. K 5, C 5, in der Knospe gedreht, A $0 + 5^{\infty}$ und dann G (5), oder A $0 + 3^{\infty}$ und dann G (3), die Bündel wegen Fehlschlagen des äusseren (bei einigen ausländischen Gattungen staminodienartig entwickelten) Kreises den Kronenblättern superponirt. G 1fächerig, oder unvollständig, seltener vollständig 3—5fächerig. Samenknospen ∞, wandständig oder im Innenwinkel der Fächer, anatrop. Griffel 3—5. Kapsel 3—5klappig, selten die Frucht beerenartig. Same ohne Endosperm, mit geradem oder gekrümmtem Keimlinge. 210 Arten; Tropen und gemässigte Zonen.

Hypericum einheimisch. Vismia guianensis Pers. (Guyana) liefert das amerikanische Gummigutt.

776. (Fam. 182.) Frankeniaceae. Kräuter mit gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B *, ☿. K 4—5zähnig. C 4—5, in der Knospe gedreht. A 6, seltener 5 oder 7. G (3—4), 1fächerig, mit wandständigen

Samenknospen. Griffel ungetheilt. Kapseln. Samen mit Endosperm und geradem Keimling. 20 Arten, vorzüglich in den Mittelmeerländern.

777. (Fam. 183.) Elatinaceae. Kleine Sumpfgewächse mit gegenständigen oder quirligen, ungetheilten Blättern und zuweilen Nebenblättern, die den eigentlichen Blättern ähnlich sind. B klein, einzeln oder zu mehreren in den Blattachseln, *, ☿. K (2—5); C 2—5, in der Knospe dachig. A 2—5 oder doppelt so viele als Blumenblätter. G (2—5), 2—5fächerig, mit 2—5 Griffeln. Kapsel an den Scheidewänden aufspringend. Samen ohne Endosperm. 20 Arten in gemässigten und warmen Klimaten. — Elatine.

778. (Fam. 184.) Tamariscineae. Holzgewächse von cypressenartigem Ansehen, mit ruthenförmigen Zweigen und abwechselnden, sehr kleinen, schuppigen, meist graugrünen Blättern ohne Nebenblätter. B in Aehren, *, ☿. K 5. C 5, mit dachiger Knospenlage. A 5 oder 5 + 5, die Filamente an der Basis zur Röhre verwachsen. G (3), 1fächerig oder mit falschen Scheidewänden, mit ∞ anatropen, grund- oder wandständigen Samenknospen; Griffel 3. Kapselfrucht. Same ohne Endosperm, mit Haarschopf auf der Spitze. 40 in der nördlichen gemässigten Zone der östlichen Halbkugel heimische, namentlich an Küsten und in Steppen vorkommende Arten. — Myricaria. Tamarix.

779. (Fam. 185.) Ternstroemiaceae. Bäume oder Sträucher mit abwechselnden, meist einfachen und nebenblattlosen Blättern. B *, meist ☿. K 5, von den dicht unter der B stehenden bracteenartigen Hochblättern gewöhnlich nicht scharf geschieden. C 5, seltener ∞, in der Knospe dachig oder unvollständig gedreht. A ∞, oft der Basis der C aufsitzend, frei oder am Grunde in mehrere Bündel verwachsen. G (2—5), selten mehr, mit eben so vielen Fächern und Griffeln. Samenknospen meist ∞, campylotrop oder anatrop, im Innenwinkel der Fächer. Kapselfrucht oder Beere. Samen meistens mit Endosperm. 260 den wärmeren Regionen angehörende, meist in Amerika und Ostasien vorkommende Arten.

Thea chinensis Sims. (mit den var. Th. Bohea L. u. Th. viridis L.), Theestrauch (Ostasien), liefert den in zahllosen Sorten in den Handel kommenden chinesischen Thee (ätherisches Oel, Theïn = Coffeïn, Harz etc.). Camellia japonica L., Camellie (Japan), wird in vielen Varietäten als Zierstrauch cultivirt. — 5 tertiäre Arten.

780. (Fam. 186.) Dilleniaceae. Meist Holzgewächse, gewöhnlich Schlingsträucher, mit spiraligen, selten gegenständigen, einfachen, meist nebenblattlosen Blättern. Ihr Blüthentypus: K 5, bleibend; C 5, A ∞, G 1—∞, 1—∞fächerig. Samen mit Endosperm und Arillus. 190 tropische, australische Arten.

781. (Fam. 187.) Clusiaceae. Bäume oder auch Sträucher mit an Gummiharzen reicher Rinde und decussirten, einfachen, lederigen, nebenblattlosen Blättern. B *, selten ☿, meist eingeschlechtig. K 2—6, selten ∞. C 2—6, selten ∞, in der Knospe gedreht, seltener klappig. A ∞, seltener bestimmt, frei oder in Bündeln von der Zahl der Kronenblätter, selten alle zur Röhre verwachsen. G mit 2 — ∞ Fächern und grosser, strahlig-gelappter Narbe. Frucht kapsel-, beeren- oder steinfruchtartig. Samen oft mit Arillus, ohne Endosperm. 230 tropische Arten.

Garcinia Morella Desr. u. a. ostindische Arten liefern Gummigutt (Harz, Arabin),

Mammea americana L. (Westindien) und Garcinia Mangostana L. (Ostindien) liefern geschätzte, essbare Früchte.

782. (Fam. 188.) Dipterocarpeae. Bäume mit abwechselnden Blättern und Nebenblättern. B ✳, ☿. K 5, oder (5) und dann seine Lappen bald gleich lang, bald 2 oder 3 sehr stark verlängert, mit der Fruchtreife sich flügelartig vergrössernd, bleibend. C 5, oft an der Basis etwas verwachsen. A ∞. G 3-, selten 2fächerig, jedes Fach mit 2 Samenknospen. Frucht durch Fehlschlagen 1fächerig, 1samig, nussartig oder eine 3klappige Kapsel, vom bleibenden Kelche eingeschlossen. Same ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 112 Arten im tropischen Asien.

61. Ordnung. Columniferae.

B cyclisch, in K und C meist 5zählig, K in der Knospe klappig, die C meist gedreht. A meistens verwachsen und verzweigt, daher ∞. G $(\underline{2-\infty})$. Keimling meist innerhalb des spärlichen Endosperms.

783. (Fam. 189.) Tiliaceae. Meist Holzgewächse mit ungetheilten oder gelappten, 2zeiligen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B ✳, fast stets ☿, 5zählig, seltener 4zählig. K 5, abfallend. C 5, in der Knospe schwach deckend. A 5 $^{\infty}$ vor den Kronblättern, die Zweige ganz frei oder nur an der Basis vereinigt, oft die innersten als Staminodien, die Antheren 2fächerig. G $(\underline{5})$ oder $(\underline{2-10})$, die Fächer mit je 2 Samenknospen. Frucht meist kapsel- oder nussartig, durch Verkümmerung oft 1fächerig und 1samig. Samen meist mit Endosperm und geradem Keimling. 330 Arten in Tropen und gemässigten Zonen.

Bei uns nur Tilia, Linde (T. grandifolia und T. parvifolia Ehrh.), deren Blüthen officinell (Flores Tiliae — ätherisches Oel, Gerbstoff, Schleim); Holz und Bast technisch verwerthet, letzterer als Flechtmaterial. Corchorus olitorius, capsularis u. a. ostindische Arten liefern im Baste die „Jute" als Gespinnstfaser. — Circa 30 Arten im Tertiär.

784. (Fam. 190.) Sterculiaceae (und Büttneriaceae). Kräuter oder Holzgewächse mit abwechselnden, einfachen, gelappten oder gefingerten Blättern mit hinfälligen, selten fehlenden Nebenblättern. B ✳, ☿ oder eingeschlechtig. K (5), seltener (3—4), selten 5. C 5, manchmal an der Basis verwachsen, zuweilen 0. A 5 — ∞, sehr häufig an der Basis zur Röhre verwachsen, oft mit Staminodien wechselnd, Antheren 2fächerig. G $(\underline{2-5})$, selten $(\underline{10-12})$, die Fächer mit 2 — ∞ Samenknospen. Endosperm fehlend oder vorhanden. 520 tropische Arten.

Theobroma Cacao L., Cacaobaum, tropisches Amerika; die Samen der grossen, wie Gurken aussehenden, beerenartigen Früchte sind eiweisslos, dienen zur Bereitung des Cacao und der Chocolade und sind auch officinell (Semen Cacao — Theobromin, fettes Oel = Cacaobutter, Cacaoroth etc.). — Circa 60 Arten in der Kreide und im Tertiär.

785. (Fam. 191.) Malvaceae. Meist Kräuter mit handförmig-nervigen, oft gelappten, in der Knospe fächerförmig gefalteten Blättern mit bleibenden oder hinfälligen Nebenblättern. B in achselständigen, oft geknäuelten Trugdolden, ✳, fast immer ☿. K mehr oder weniger (5), oft von einem aus Hochblättern gebildeten Aussenkelche umgeben. C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht, durch die in eine lange Röhre verwachsenen A 5 $^{\infty}$ am Grunde verbunden. Filamente der A noch gespalten, so dass sie nur eine (sogenannte 1fächerige) Antherenhälfte tragen. G $(\underline{3-\infty})$, mit 1 — ∞ Samenknospen in jedem Fache. Frucht in nierenförmige, nicht

aufspringende Theilfrüchte zerfallend, oder eine fachspaltige Kapsel. Samen mit wenig Endosperm und gekrümmtem Keimling. 700 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

I. Fruchtknoten 5fächerig. Frucht eine Kapsel. Aussenkelch vielblätterig: Hibiscus.

II. Früchtchen viele, nierenförmig, 1samig, zu einem flachen, vielfächerigen Fruchtknoten verbunden.

A. Aussenkelch 3blätterig: Malva.

B. Aussenkelch 6—9spaltig: Althaea.

C. Aussenkelch 3spaltig: Lavatera.

Althaea officinalis L., Eibisch, die Wurzel (Radix Althaeae — Bassorin, Stärke, Asparagin) und Blätter (Folia Althaeae — Schleim) officinell. A. rosea L., Stockrose, Stockmalve (Orient), in zahlreichen Spielarten als Zierpflanze, die Blüthen officinell (Flores Malvae arboreae — Schleim, Farbstoff) und die dunkeln Varietäten zum Färben des Weines. Malva rotundifolia L. und M. sylvestris L., von ersterer die Blätter (Folia Malvae minoris), von letzterer Blätter und Blüthen (Folia Malvae majoris und Flores Malvae vulgaris) officinell. Lavatera trimestris L. (Südeuropa) und Malope trifida Cav. (Spanien) sind häufige Zierpflanzen. Hibiscus tiliaceus L., H. cannabinus L. u. a. A. Ostindiens liefern Gespinnstfasern; H. Rosa sinensis L., Zierstrauch aus China. Gossypium herbaceum L., G. religiosum L. und G. arboreum L. (tropisches Asien) liefern in den Samenhaaren die Baumwolle und werden daher in fast allen Tropenländern cultivirt.

IV. Reihe. Eucyclicae.

B in der Regel hypogyn, cyclisch, 5- oder 4zählig, mit K und C und meist mit 2 mit der C gleichzähligen Kreisen des A, selten letzteres durch Spaltung zahlreicher.

62. Ordnung. Gruinales.

B meist *, ☿, fast immer 5zählig; meist A 10, ein Kreis interponirt; G meist (5), 5fächerig oder durch falsche Scheidewände 10fächerig. Samenknospen hängend. Discus fehlt. Kapselfrucht.

786. (Fam. 192.) Geraniaceae. Meist Kräuter mit gestielten, handförmig gelappten oder getheilten, seltener gefiederten Blättern, mit dünnhäutigen Nebenblättern. B in 2 — ∞ blüthigen, doldenartigen Schraubeln, selten einzeln, meist *, selten ↑, ☿, 5zählig. K 5, das hintere Blatt zuweilen mit einem dem Blüthenstiele angewachsenen Sporn. C 5, dem Grunde der als Mittelsäule verlängerten Blüthenaxe eingefügt, in der Knospe meist gedreht. A 5 + † 5, selten 3 Kreise, der vor den Blumenblättern stehende zuweilen unfruchtbar, alle unten etwas verwachsen. G (5), nach oben in einen langen Schnabel verlängert, welcher 5 die Mittelsäule überragende Griffel und Narben trägt. Jedes der 5 Fächer mit 2 anatropen Samenknospen. Die 5 Schliessfrüchtchen 1samig, jedes mit seinem Schnabelfortsatze sich bogig oder spiralig von der Mittelsäule ablösend und an der Naht aufspringend. Samen ohne Endosperm, mit gekrümmtem Keimling. 350 Arten in gemässigten Klimaten, besonders am Cap.

Erodium: Die vor den Blumenblättern stehenden Staubgefässe immer unfruchtbar, breiter. Schnabel der Früchtchen innen behaart, spiralig eingerollt.

Geranium: Meist alle Staubgefässe fruchtbar, die mit den Blumenblättern abwechselnden länger. Schnabel der Früchtchen innen kahl, bogenförmig aufwärts gerollt.

Erodium gruinum L. und E. Ciconium L., Südeuropa; die Früchtchen der hygroskopischen Schnäbel wegen zu Hygromotern benutzt. Pelargonium (mit B ↑) in zahlreichen Arten (vom Cap) als Zierpflanzen.

787. (Fam. 193.) Tropaeoleae. Zarte, saftige, oft kletternde Kräuter mit lang gestielten, schildförmigen Blättern und achselständigen, grossen, ☿, ↑ B. K 5, gefärbt, das hintere Blatt gespornt. C 5, die beiden hinteren Blätter grösser als die 3 vorderen genagelten und an der Basis der Platte gewimperten Blätter. A 8 (durch Unterdrückung des medianen Staubgefässes in jedem der 5gliederigen Kreise). G (3), in jedem Fache 1 Samenknospe. Frucht beerenartig, 3knöpfig. 35 südamerikanische Arten.

Tropaeolnm majus L., Kapuziner- oder indianische Kresse (Pern) u. a. A. als häufige Zierpflanzen.

788. (Fam. 194.) Oxalideae. Meist Kräuter mit verkürzter Axe und lang gestielten, meist gefingerten Blättern, deren Blättchen in der Knospenlage abwärts geknickt und gefaltet sind. Nebenblätter fehlend oder vorhanden. B achselständig, einzeln oder in doldigen Wickeln, *, ☿ (vgl. § 608). K 5; C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht; A 5 + 5, am Grunde etwas verwachsen, die episepalen etwas länger. G (5), 5fächerig, Samenknospen in jedem Fache 1 — ∞. Kapsel 5fächerig, die Klappen oben und unten verbunden bleibend; seltener Beere. Same mit Endosperm und geradem Keimling, die äussere Samenschalenschicht elastisch abspringend und den Samen fortschleudernd. 230 Arten; Tropen und gemässigte Zonen, besonders in Amerika und am Cap.

Oxalis acetosella L. und O. stricta L. zur Darstellung des Kleesalzes (oxalsanres Kali) dienend. Die Wurzeln und Stengel mancher mexikanischer Arten (O. escnlenta O. et Dietr., O. crassicaulis Zncc. etc.) werden gegessen.

789. (Fam. 195.) Linaceae. Meist Kräuter mit sitzenden, schmalen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern. B in Trugdolden oder Wickeln, *, 4—5zählig, meist K 5, C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht; A 5 + † 5, der innere Kreis (Kronstaubfäden) unfruchtbar (Staminodien) oder auch fehlend. Die Staubfäden öfter am Grunde verwachsen. G (3—5), die Fächer durch falsche Scheidewände unvollständig halbirt, jede Abtheilung mit 1 Samenknospe. Griffel getrennt. Kapselfrucht. Samen fast ohne Endosperm. Keimling gerade. 140 Arten in den gemässigten Zonen, besonders der östlichen Erdhälfte. 30

Linum: Alle Blüthenkreise 5gliederig.

Radiola: Alle Blüthenkreise 4gliederig.

Linum usitatissimnm L., Flachs, Lein (Vaterland?); wichtige Cnlturpflanze, die Bastfasern zu Gespinnsten, die Samen des Oeles wegen benutzt und auch officinell (Semen Lini — Bassorin, fettes Oel). L. grandiflorum Desf. (Nordafrika), L. anstriacum L. und L. flavum L. (Südenropa) häufig als Zierpflanzen.

790. (Fam. 196.) Balsamineae. Meist 1jährige Kräuter mit saftigem, durchscheinendem, zerbrechlichem Stengel. Blätter spiralig, einfach, mit Spuren von Nebenblättern. B in achselständigen Trauben, ↑. K 5, zuweilen nur 3, das hintere Blatt grösser und gespornt. C 5, aber die 4 oberen Blätter paarweise verwachsen, daher nur 3. A 5, vor den Kelchblättern. Staubfäden oben verklebt, zuletzt unten abreissend und von dem G als Mütze emporgetragen. G (5), 5fächerig, mit ∞ Samenknospen. Frucht eine elastisch aufspringende, saftige Kapsel, deren Klappen spiralig aufrollen und die Samen fortschleudern. Endosperm fehlt. Keimling gerade. 136 in den gemässigten und warmen Klimaten, vorzüglich in Asien heimische Arten.

Impatiens Balsamina L., Gartenbalsamine (Ostindien), häufige Zierpflanze. I. Noli tangere L. einheimisch. I. parviflora DC., aus Mittelasien, oft aus botanischen Gärten verwildert.

63. Ordnung. Terebinthinae (Rutinae).

B meist durchgängig 5zählig. Von voriger Ordnung durch den nur sehr selten fehlenden intrastaminalen Discus verschieden. Derselbe bildet zwischen A und G meist eine ring-, polster- oder becherförmige Erhebung des Receptaculums, die häufig durch den Druck der umgebenden Staubgefässe gekerbt oder gelappt, zuweilen auch in distincte Drüsen geschieden ist.

791. (Fam. 197.) Zygophylleae. Meist Kräuter und Sträucher mit gegenständigen oder abwechselnden, paarig gefiederten Blättern mit Nebenblättern. B ☿, *, seltener ↑. K 5, C 5, A 5 + 5, G (5). Zuweilen die B 4gliederig, oder die C 0, oder A 15, oder einzelne Staubgefässe abortirt, oder G 2—12fächerig, oder Discus 0. Samenknospen 2 — ∞ in jedem Fache. Endosperm selten 0. Embryo zuweilen gekrümmt. 100 meist tropische Arten.

Guajacum officinale L., Pockholz (Westindien — Baum); das sehr harte und schwere Holz zu Drechslerarbeiten (Kegelkugeln etc.) und auch officinell (Lignum Guajaci — Harz, Guajacin, Guajaksäure). Tribulus terrestris L., Burzeldorn, bereits in Südeuropa lästiges Unkraut. — 2 Arten im Tertiär.

792. (Fam. 198.) Rutaceae. Kräuter oder Holzgewächse mit abwechselnden, einfachen oder getheilten Blättern, meist ohne Nebenblätter. B in Rispen oder Trugdolden, ☿ oder durch Fehlschlagen eingeschlechtlich, ihr Typus K 5, C 5, A 5 oder 10, selten mehr, G (2—5) oder (5—8). Blumenblätter in der Knospe dachziegelig, selten klappig. Staubfäden zuweilen verwachsen. Fruchtblätter getrennt, oder zu einem mehrfächerigen Fruchtknoten mit eben so vielen getrennten oder verwachsenen Griffeln verbunden. Samenknospen in jedem Fache 2 oder mehr, anatrop. Kapselfrucht. Samen mit oder ohne Endosperm. Alle Theile meist reich an Oeldrüsen. 650 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen.

I. **Ruteae.** B (mit Ausnahme von Dictamnus) *, ☿, häufig 4gliederig. Discus frei, dick. G tief 2—5lappig, jedes Fach mit 3 — ∞ Samenknospen. Frucht eine loculicide Kapsel. Samen mit fleischigem Endosperm. Embryo manchmal gekrümmt. Meistens Bewohner der nördlichen gemässigten Hemisphäre. Bei uns:

Ruta: B *. K bleibend. C 4—5. A 8—10. G sitzend. Innere Schicht der Kapselfächer sich (wie bei der Mehrzahl der Ruteen) bei der Reife nicht von der Aussenschicht trennend. — R. graveolens L., Raute (Südeuropa), die Blätter officinell (Folia Rutae — ätherisches Oel, Rutin).

Dictamnus: B ↑. K abfallend. C 5. A 10, abwärts geneigt. G kurz und dick gestielt. Innere Schicht der Kapselfächer sich bei der Reife von der Aussenschicht elastisch ablösend. — D. Fraxinella Pers., Diptam.

II. **Cusparieae.** Von den Ruteen hauptsächlich durch nur 2 superponirte Samenknospen in den Fruchtknotenfächern und durch das fehlende oder spärliche Endosperm verschieden. Kronstaubgefässe 0 oder nur theilweise (als Staminodien) vorhanden. Embryo gekrümmt. Tropisches Amerika.

Galipea officinalis Hanc. (Columbien) liefert die Angostura-Rinde.

III. **Diosmeae.** B *. Kronenstamina und Samenknospen wie bei II. Embryo gerade. Endosperm 0. Fruchtschale bei der Reife wie bei Dictamnus (I). — Blätter stets einfach. Südliches Afrika.

Barosma crenata Kze., B. crenulata Hook. u. a. A. liefern die breiten, B. serratifolia Willd., Empleurum serrulatum Ait. u. a. A. die langen Buccoblätter (Folia Bucco — ätherisches Oel, Barosma-Campher).

IV. **Boronieae.** Von den Diosmeen hauptsächlich durch das Vorhandensein eines fleischigen Endosperms verschieden, mit den Ruteen die beiden fruchtbaren Staminalkreise theilend. Australien — Boronia.

V. **Xanthoxyleae.** B polygam-diöcisch. Cotyledonen laubartig, flach. Endosperm 0 oder vorhanden. Tropen beider Hemisphären. — Xanthoxylon. 11 tertiäre Arten.

VI. **Toddalieae.** Von den vorhergehenden Gruppen durch den vollkommen syncarpen Fruchtknoten und die nicht aufspringende, beerenartige oder trockene und geflügelte Frucht verschieden. Samenknospen 1 oder 2 in jedem Fache. Meistens Tropenbewohner.

Ptelea trifoliata L. (Nordamerika), häufig in Gärten cultivirter Zierstrauch mit Flügelfrucht. — 3 tertiäre Arten.

VII. **Amyrideae.** B *, ☿ oder polygam, mit K 4; C 4; A 4 + 4; G 1, mit 2 collateralen Samenknospen. Steinfrucht. Tropisches Amerika. — Amyris.

VIII. **Aurantieae.** Bäume oder Sträucher mit oft dornartigen Zweigen, reich an Oeldrüsen. Blätter abwechselnd, unpaarig gefiedert, oft nur das vom geflügelten Blattstiele abgegliederte Endblättchen vorhanden (Citrus). B in Rispen oder einzeln, *, ☿. K (5), krug- oder glockenförmig; C 5, in der Knospe dachig, einer hypogynischen Scheibe eingefügt. A 10 — ∞, oft in 1 oder mehrere Bündel verwachsen. G (5—8), mit eben so vielen Fächern. Samenknospen 1 — ∞, im Winkel der Fächer. Frucht eine Beere mit lederiger, ölreicher Schale und aus den Haaren der Innenfläche des Fruchtknotens gebildetem Fleische. Samen ohne Endosperm. 60 tropisch-asiatische Arten, manche in allen wärmeren Ländern cultivirt.

Citrus medica L., Citrone (und var. C. Limonium Risso, Limone; C. Limetta Risso, Limette), als Gewürz bekannt, die Fruchtschale officinell (Cortex Fructus Citri — ätherisches Oel, Bitterstoff); die mit geschmolzenem Zucker getränkte Schale der var. macrocarpa als Citronat. C. Aurantium L., Orange, Pomeranze (mit den var. amara, bittere O., dulcis, süsse O., sinensis, Apfelsine), die süssen Früchte gegessen, die bitteren in verschiedener Form officinell (Fructus Aurantii immaturus, Cortex Fructus Aurantii — ätherisches Oel, Bitterstoff, Hesperidin), ebenso die Blüthen (Flores Aurantii). — C. decumana L., Pompelmus, die in Zucker gekochte Schale als Succade in den Handel kommend.

793. (Fam. 199.) Meliaceae (mit Cedrelaceae). Bäume oder Sträucher ohne Oelbehälter, mit abwechselnden, einfachen oder zusammengesetzten, nebenblattlosen Blättern. B ☿, *, K 3—5 oder (3—5). C 4—5, selten 3 oder 7. A doppelt so viele als Corollentheile, mit den Fäden in eine Röhre verwachsen. Hypogynische Scheibe (Discus) stark entwickelt, den 2 — ∞-fächerigen Fruchtknoten oft wie ein Becher umgebend. Frucht beeren-, steinfrucht- oder kapselartig, mit endospermlosen Samen.

Swietenia Mahagoni L., Mahagoniholz (Südamerika), des Holzes wegen, von Cedrela febrifuga Bl. auf Java und in Ostindien die Rinde als Fieber vertreibendes Mittel geschätzt.

794. (Fam. 200.) Simarubeae. An Bitterstoffen reiche Holzgewächse ohne Oelbehälter. B *, 3—5zählig (meistens 5zählig), ☿ oder häufig diklin. Frucht meistens eine einfache Steinfrucht oder mehrere quirlig gestellte Steinfrüchte vorhanden (selten Beere, Flügelfrucht — Ailanthus — oder Kapsel). 112 meist tropische Arten.

Quassia amara L. (tropisches Amerika) liefert officinelles Holz und Rinde (Lignum et Cortex Quassiae — Quassiin enthaltend). Von Simaruba-Arten des tropischen Amerika war die Rinde früher ebenfalls officinell. — 11 Arten im Tertiär.

795. (Fam. 201.) Terebinthaceae. Holzgewächse mit abwechselnden, nebenblattlosen Blättern. B in end- oder achselständigen Rispen, klein, oft durch Fehlschlagen 1- oder 2häusig, meist 5zählig. K 3—5zähnig, die Blumenblätter mit seinen Abschnitten wechselnd, in der Knospe dachziegelig oder klappig. A 5, 10 oder ∞. G (1—5). Griffel meist ungetheilt oder fehlend. 600 meist tropische Arten. Die beiden Unterfamilien auch wohl als eigene Familien betrachtet.

I. **Anacardieae.** Fruchtknoten meist 1fächerig, mit 1 Samenknospe, oder mehrfächerig, dann aber die anderen Fächer unfruchtbar.

Pistacia Leutiscus L. (Südeuropa) liefert Mastix (Resina Mastix — Mastixsäure, Masticin), P. vera L. (Südeuropa) die als Gewürz benutzten Pistazien; P. Terebinthus L. (Südeuropa) früher officinell (Terebinthina cypria). Rhus Toxicodendron Michx., Giftsumach (Nordamerika), besitzt officinelle Blätter (Folia Toxicodendri — Toxicodendrensäure). R. Cotinus L., Perückenbaum (Südeuropa), oft als Zierstrauch cultivirt; ebenso R. typhina L., Essigbaum (Nordamerika); R. semialata Murr. (China) liefert die sehr gerbstoffreichen chinesischen Gallen. Anacardium occidentale L. (Westindien) und A. orientale L. (Ostindien) lieferten in den Früchten die früher officinellen „Elephantenläuse" (Anacardia). Mangifera indica L. (Ostindien), der wohlschmeckenden Früchte (Mango) wegen in allen Tropenländern gebaut.

78 Arten im Tertiär, darunter 57 Arten der Gattung Rhus.

II. **Burseraceae.** Fruchtknoten aus 2—5 verwachsenen Carpellen bestehend, mit mehreren Samenknospen in jedem Fache.

Boswellia serrata Stackh. (Arabien, Ostafrika) liefert Weihrauch (Olibanum, ein Gummiharz mit ätherischem Oel), Balsamodendron Myrrha Nees, B. Ehrenbergianum Berg u. a. A. (Arabien) Myrrhen (Gummiharz), Icica Icicariba DC. (Südamerika) Elemi (Harz). Das Takamahaka-Harz von Elaphrinum tomentosum Jacq. (Südamerika) nicht mehr gebräuchlich.

Eine Art im Tertiär.

64. Ordnung. Aesculinae.

Blätter gegenständig oder spiralig, zuweilen mit Nebenblättern. B meist ↑. A theils durch Verdoppelung, theils durch Fehlschlagen eines Theiles des interponirten Kreises meist 8. Discus, wenn deutlich vorhanden, zwischen C und A, oder doch die Staubgefässe innerhalb seines Randes inserirt, oder die Filamentbasen mit ihm zu einem Tubus verschmolzen (Erythroxyleae und manche Malpighiaceae). Fruchtblätter gewöhnlich 2—3, der Fruchtknoten 2—3fächerig, mit je 1—2 anatropen Samenknospen. Same meist ohne Endosperm. Keimling gerade oder gekrümmt.

796. (Fam. 202.) Malpighiaceae. B ✻ oder ↑, mit lang genagelten Blumenblättern und G (3) mit je 1 Samenknospe im Fache. 500, besonders dem tropischen Amerika angehörende Arten; 34 im Tertiär.

797. (Fam. 203.) Erythroxyleae. Blumenblätter mit Ligula. A 10, an der Basis der Filamente (mit dem Discus) zu einer kurzen Röhre verwachsen. Fruchtknotenfächer mit je 1 hängenden Samenknospe. Steinfrucht. Same mit Endosperm. 53 meist dem wärmeren Amerika angehörende Arten.

Erythroxylon Coca Lam., Coca, die Blätter in Peru als betäubendes Genussmittel gekaut, manchmal auch officinell.

798. (Fam. 204.) Sapindaceae. Meist Holzgewächse mit nebenblattlosen, seltener Nebenblätter besitzenden, meist abwechselnden (selten gegenständigen — Aesculus) Blättern. B schief ↑. K 5, C 5, A 5—9 (bei Aesculus 7), G meist (3). 600—700 meist tropische Arten.

Aesculus Hippocastanum L., Rosskastanie, Zierbaum aus dem Orient; A. Pavia L., A. flava Ait. und A. rubicunda Lodd. aus Nordamerika, ebenfalls häufig angepflanzt. Paullinia sorbilis Mart. (Brasilien) liefert die officinelle Guarana aus den gerösteten, zerriebenen und zu Teig gekneteten Früchten (Pasta guarana — Coffeïn, Gerbstoffe etc.); in Brasilien ist sie Genussmittel. — Circa 60 Arten im Tertiär.

799. (Fam. 205.) Acerineae. Blätter gegenständig, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. B ✻, vielehig oder 2häusig, in Trauben oder Trugdolden. K 5; C 5, manchmal 0; A 8 (= 2 + 3²); G (2). Nur selten die Kreise 4gliederig. Fruchtknotenfächer mit 2 Samenknospen. Frucht in 2 geflügelte, bei der Reife sich trennende, 1samige Theilfrüchte zerfallend.

Arten der Gattung Acer, Ahorn, als Zierbäume. A. saccharinum L., Zuckerahorn (Nordamerika), liefert Zucker; die meisten Arten geben geschätztes Werkholz. — 62 Arten sind tertiär.

800. (Fam. 206.) Polygalaceae. Kräuter oder Sträucher mit spiraligen, einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B einzeln oder in Trauben und Rispen, ↑, ☿. K meist 5, bleibend, die 2 seitlichen Blätter (Flügel) grösser und blumenblattartig; (C 3, A 8), die C unter sich und mit den A zu einer hinten offenen Röhre verwachsen, das vordere Blatt der C grösser, bei Polygala kahnförmig und an der Spitze pinselartig zerschlitzt. Staubbeutelfächer an der Spitze mit einem Loche aufspringend. G (2), die Fruchtblätter median, 2fächerig, in jedem Fache 1 hängende Samenknospe. Griffel ungetheilt. Narbe 2spaltig. Kapsel 2klappig. Endosperm spärlich oder fehlend. 400 Arten, warme und gemässigte Zone.

Polygala amara L., Kreuzblume, das Kraut officinell (Herba et Radix Polygalae amarae — Polygamarin). P. Senega L. (Nordamerika), die Wurzel officinell (Radix Senegae — Senegin = Polygalasäure, bitterer Farbstoff, fettes Oel etc.).

801. (Fam. 207.) Vochysiaceae. B ↑, K 5 oder (5). C 1—5. A meist nur 1 fruchtbar, die übrigen Staminodien. Fruchtknotenfächer mit 2 — ∞ Samenknospen. 140 tropische, amerikanische Arten.

802. (Fam. 208.) Tremandreae, Sträucher mit meist drüsig-borstigen Zweigen. B ✻, ☿, 4—5gliederig, mit A 8—10, seltener 6, alle Theile frei. 24 australische Arten.

65. Ordnung. Frangulinae.

Holzgewächse mit spiraligen, seltener gegenständigen Blättern. B ✻, 2- oder 5zählig. K, C und A oft auf einem Discus, der zuweilen noch den G umgiebt. A nur in einem Kreise, der bald mit der C alternirt, bald ihr superponirt ist. G 2—5fächerig. Samenknospen 1 oder mehrere in jedem Fache, anatrop. Same fast stets mit Endosperm. Keimling gerade.

803. (Fam. 209.) Celastraceae. Meist Sträucher mit abwechselnden, einfachen Blättern mit Nebenblättern. B 4- oder 5gliederig, A und G einem polsterförmigen Discus eingefügt. Fruchtknotenfächer mit in der Regel aufrechten oder horizontalen Samenknospen. Ca. 400 Arten in den Tropen und gemässigten Klimaten.

Evonymus; Samen mit orangerothem Arillus. — E. europaea L. (Spindelbaum, Pfaffenhütchen); das Holz geschätzt. E. latifolia L. Zierstrauch aus Süddeutschland. — 80 Arten (vorzüglich Celastrus) im Tertiär.

804. (Fam. 210.) Staphyleaceae. Sträucher mit gegenständigen, gefiederten Blättern mit Nebenblättern. B 5gliederig. A ausserhalb des Discus. Samenknospen ∞, aufsteigend. 14 Arten, sehr zerstreut.

Staphylea (Pimpernuss): Kapsel aufgeblasen, mit knöchernen Samen. St. pinnata L. (Süddeutschland) und St. trifolia L. (Nordamerika) sind häufige Ziersträucher.

805. (Fam. 211.) Hippocrateaceae. Meist klimmende Holzgewächse mit gegenständigen, einfachen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. K und C 5gliederig. A 3. Discus vorhanden. Kapsel oder Beere. 130 tropische Arten. 2 Arten im Tertiär.

806. (Fam. 212.) Pittosporeae. Aufrechte oder schlingende Holzgewächse mit abwechselnden, nebenblattlosen Blättern und 5gliederigen Blüthen. A 5, vor den Kelchtheilen. Discus 0. Fruchtknoten 2—5gliede-

rig, mit ∞ Samenknospen. Kapsel oder Beere. 90 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten, vorzüglich in Australien. — 9 Arten im Tertiär.

807. (Fam. 213.) Aquifoliaceae (Ilicineae). Blätter immergrün, lederig, oft dornig-buchtig-gezähnt. Von den Celastrineen hauptsächlich nur durch den fehlenden Discus und durch die einzelne, hängende Samenknospe jedes Fruchtknotenfaches verschieden. Beerenfrucht. 150, vorzüglich amerikanische Arten.

Ilex aquifolia L., Stechpalme, Hülse: die einzige europäische Art, in Norddeutschland in Wäldern häufig. Im Schwarzwalde die jungen Blätter als Surrogat des chinesischen Thees. I. paraguayensis St. Hil. (Südamerika) und einige andere Arten liefern den Maté oder Paraguaythee, der ebenfalls Theïn in den Blättern enthält und das Nationalgetränk der Südamerikaner ist. 45 tertiäre Arten (Ilex 39).

808. (Fam. 214.) Vitaceae (Ampelideae). Meist klimmende Sträucher mit bandförmig gelappten oder gefingerten Blätter mit oder ohne Nebenblätter und mit Stammranken. B ☿ oder vielehig. K (5), klein; C 5, in der Knospe klappig, oft vor dem völligen Aufblühen mützenförmig abgeworfen; A 0 + 5, vor den Blumenblättern. G $\underline{(2)}$, 2- oder 3fächerig, mit je 1 oder 2 grundständigen Samenknospen. Discus zwischen A und G, meist in einzelne Drüsen verlängert. B manchmal auch 4zählig. Beerenfrucht mit hartschaligen Samen. 250 Arten, gemässigte und warme Zone.

Vitis vinifora L., Weinstock, in Kleinasien heimisch, werthvolle Culturpflanze, in zahlreichen Spielarten als Tafel- und Keltertraube gezogen, die getrockneten Beeren als Rosinen und Korinthen. V. Labrusca L. aus Nordamerika und Ampelopsis quinquefolia Michx., wilder Wein (Nordamerika), oft als Wand- und Laubenbekleidungen.

31 fossile, fast nur im Tertiär vorkommende Arten.

809. (Fam. 215.) Rhamneae. Meist aufrechte Sträucher, oft mit Dornen. Blätter einfach, abwechselnd oder gegenständig. B klein, unscheinbar, (4- oder) 5zählig, in der Knospe klappig, ☿, manchmal 2häusig. K (5); C 5, klein, oft kappenförmig. A 0 + 5. G $\underline{(2-5)}$ mit je 1 aufrechten Samenknospe, selten 1fächerig. Discus das G umgebend. Stein- oder Kapselfrucht. Same nur mit spärlichem Endosperm. Sonst wie vorige Familie. 430 Arten, warme und gemässigte Zone.

Rhamnus cathartica L., Kreuzdorn, die Früchte officinell (Fructus Rhamni catharticae — Rhamneïn, Rhamnigenin) und zur Bereitung des Saftgrüns (Schüttgelb), das auch aus den Früchten von (den südeuropäischen Arten) R. infectoria L., R. saxatilis L. etc. gewonnen wird (Avignonkörner). R. Frangula L., Faulbaum, die Rinde officinell (Cortex Frangulae — Frangulin). Zizyphus vulgaris L., Judendorn und Paliurus aculeatus Lam., Stechdorn, nur im Süden. — 82 tertiäre Arten (Rhamnus, Zizyphus etc.).

V. Reihe. Tricoccae.

810. B eingeschlechtlich, mit einfacher oder doppelter Blüthenhülle oder diese ganz fehlend. Fruchtknoten oberständig, meist 3fächerig, in jedem Fache 1 oder 2 meist hängende, anatrope Samenknospen, die an der Spitze ein fleischiges Anhängsel haben. Griffel und Narben getrennt oder verwachsen. Frucht meist 3knöpfig, die Fächer häufig zur Reifezeit sich von einer bleibenden Mittelsäule elastisch ablösend. Same mit reichem Endosperm. Keimling meist gerade.

66. Ordnung. Tricoccae.

811. (Fam. 216.) Euphorbiaceae. Vielgestaltige, fast stets mit scharfem Milchsaft versehene Pflanzen mit gegenständigen oder spiraligen Blät-

tern, ohne oder mit hinfälligen Nebenblättern. B meist eingeschlechtlich, in sehr verschiedenartigen Blüthenständen; die Blüthenhüllen zuweilen auf Schuppen reducirt oder ganz fehlend, gewöhnlich einfach, grünlich, unscheinbar, 4—6zählig, seltener vielblätterig. A 1 — ∞, oft verzweigt. G meist (3), 3fächerig, die Fächer 1—2eiig, die Samenknospen hängend, die Fächer zur Reifezeit sich von einer bleibenden Mittelsäule ablösend. 3500 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

I. **Stenolobeae.** Cotyledonen schmal, halbcylindrisch. Nur australische Gattungen.

II. **Platylobeae.** Cotyledonen breit und flach.

A. Fruchtknotenfächer mit 2 Samenknospen: Phyllantheae und Bridelieae.

B. Fruchtknotenfächer mit 1 Samenknospe: Crotoneae, Acalypheae (Mercurialis, Ricinus), Hippomaneae, Dalechampieae, Euphorbieae (Euphorbia).

Euphorbia: Nach einer Auffassung sind die Blüthen dieser Gattung ⚥. Das P ist 1blätterig, glockig, am Rande mit 4—5 dicken, rundlichen oder halbmondförmigen Drüsen und zwischen diesen mit Zwischenzipfeln besetzt. Staubgefässe 4—12 oder mehr, am Grunde mit Schuppen. Fruchtknoten auf einem stielartigen Gynophorum. — Nach der anderen Auffassung ist die sogenannte Blüthe eine monöcische Inflorescenz (Cyathium). Die einblätterige Hülle schliesst viele ♂, mit einem Vorblatte versehene B ohne Perigon und 1 ♀ perigonlose Blüthe ein. — 3 Griffel mit je 2lappiger Narbe.

Mercurialis: B 2häusig, selten 1häusig. ♂ B mit 3—4theiligem P und A 9—12 oder mehr. ♀ B mit 3—4theiligem P, 2—3 Staminodien und 1 Fruchtknoten mit 2 oder 3 Griffeln. Frucht 2- oder 3köpfig.

812. Wichtigere Arten sind:

Euphorbia officinarum L. (tropisches Afrika) und E. canariensis L. (canarische Inseln), cactusartige Formen, liefern ein officinelles Gummiharz (Euphorbium — Harz mit Euphorbon, Bassorin etc.). Hippomane Mancinella L., Manschinellbaum (Westindien), mit apfelähnlichen, sehr giftigen Früchten. Stillingia sebifera Michx. (China, Nordamerika) liefert Wachs. Caelebogyne ilicifolia Sm. (Australien) wird oft in Glashäusern cultivirt und soll sich dort parthenogenetisch (§§ 342, 621) fortpflanzen. Siphonia elastica Pers. (tropisches Südamerika) u. a. A. der Gattung liefern das meiste Kautschuk des Handels. Manihot utilissima Pohl (Jatropha Manihot L.), in Südamerika, besitzt in der starken, bis 30 Pfund schweren Wurzel sehr viel Stärke, welche als Cassavemehl ein wichtiges Nahrungsmittel ist und gereinigt auch als Tapiocca oder brasilianisches Arrow-root in den Handel kommt; die frische Wurzel enthält dabei ein schnell tödtendes Gift, das durch Rösten entfernt wird. Ricinus communis L., in Asien heimisch, aber in den Tropen cultivirt, liefert in den Samen das officinelle Ricinusöl. Rottlera tinctoria Roxb. (tropisches Asien, Neuholland) besitzt auf den Früchten rothe Drüsen (und Sternhaare), die als „Kamala" (Glandulae Rottlerae — Harz, Rottlerin) officinell sind und ausserdem rothen Farbstoff liefern. Croton Tiglium L. (Tiglium officinale Kl.) aus Ostindien giebt aus den fettreichen Samen officinelles Crotonöl (enthält Crotonolsäure etc.); von C. Eluteria Sw., C. Cascarilla Benn., C. Sloanei Benn. u. a. A. Westindiens stammt die officinelle Cascarilla-Rinde (Cortex Cascarillae — Cascarillin, ätherisches Oel, Harz etc.). Crozophora tinctoria Juss. (Südeuropa, Nordafrika) enthält einen blauen Farbstoff. Die Arten der Gattung Phyllanthus zeichnen sich durch die blattartigen Zweige aus, an deren Rändern die Blüthen stehen, während die Blätter zu Schuppen reducirt sind. — 12 Arten aus 6 Gattungen in tertiären Schichten.

813. (Fam. 217.) Buxaceae. Sträucher ohne Milchsaft. B in Aehren oder Trauben, monöcisch, die ♂ seitlich, mit 4theiligem P und 4 den Perigonlappen gegenüberstehenden Staubgefässen, die eine ♀ B gewöhnlich terminal, mit 4—12theiligem P und 2—3fächerigem Fruchtknoten, mit 2 hängenden Samenknospen in jedem Fache. Die Kapsel fachspaltig aufspringend. Sonst wie die Euphorbiaceen. 31 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen.

Buxus sempervirens L., Buchsbaum, Südeuropa, mit werthvollem Holze, das besonders zur Herstellung von Holzschnitten Verwendung findet. Häufig als Zierstrauch.

814. (Fam. 218.) Empetraceae. Kleine, immergrüne Sträucher mit nadelähnlichen Blättern und arm- (meist 1-) blüthigen Inflorescenzen in den Achseln der oberen Laubblätter. B 3zählig, diöcisch. Fruchtknoten aus 3, 6 oder 9 Fruchtblättern, mit eben so vielen Fächern, in jedem Fache mit 1 aufsteigenden Samenknospe. Steinfrucht. 4 in den gemässigten Zonen zerstreute Arten.

Empetrum nigrum L., Rauschbeere, auf norddeutschen Mooren häufig.

815. (Fam. 219.) Callitrichaceae. Untergetauchte oder auf dem Uferschlamme kriechende Kräuter mit gegenständigen, ungetheilten, nebenblattlosen Blättern. B achselständig, mit 2 weissen, häutigen Vorblättern, stets ohne P, die ♂ mit A 1, die ♀ mit einem G (2), mit 2 Griffeln, durch falsche Wände 4fächerig, jedes Fach mit 1 anatropen, hängenden Samenknospe, bei der Fruchtreife sich in 4 Nüsschen spaltend. 25 europäische und nordamerikanische Arten. — Callitriche.

VI. Reihe. Calyciflorae.

B fast stets perigyn oder epigyn, cyclisch, mit K und C. A so viele oder doppelt so viele als C, oder in noch grösserer Zahl. G meist syncarp, weniger häufig apocarp.

67. Ordnung. Umbelliflorae.

B meist in Dolden, fast immer ✻, vollständig epigyn; K wenig entwickelt; A meist nur in einem episepalen Kreise. Auf dem 2fächerigen Fruchtknoten ein drüsiger Discus. Samenkospen in jedem Fache einzeln, hängend, anatrop. Same mit Endosperm.

816. (Fam. 220.) Cornaceae. Meist Sträucher mit einfachen, meist gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B ✻, ⚥ oder vielehig; die Blüthenstände manchmal mit einer aus 4 Hochblättern gebildeten, oft gefärbten Hülle. K (4). C 4, in der Knospe klappig. A 4. G $\overline{(2)}$, selten $\overline{(3)}$. Griffel ungetheilt, mit kopfiger Narbe. Steinfrucht 2-, oder durch Fehlschlagen 1fächerig. 80 meist der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Cornus mas L., Kornelkirsche, liefert essbare Früchte und ein sehr hartes Holz. C. sanguinea L., Hartriegel, wild, doch auch oft in Gärten angepflanzt.

817. (Fam. 221.) Araliaceae. Meist Holzgewächse mit spiraligen, nebenblattlosen, oft fieder- oder handförmig zusammengesetzten Blättern. B ⚥, ✻. K (5—10). C 5—10, in der Knospe klappig, selten 0. A 5—10. G $\overline{(2-10)}$, die Griffel oft verwachsen. Frucht eine Beere, in der oft einige Fächer fehlschlagen. 340 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Hedera Helix L., Epheu, in unseren Wäldern wild, häufig als Mauerbekleidung. Aralia papyrifera Hook. (China): das schwammige Mark zur Papierbereitung. Manche Arten der Gattung als Zierpflanzen. Panas Ginseng, Arzneipflanze der Chinesen, als Pentsao im Handel.

818. (Fam. 222.) Umbelliferae. Meist Kräuter, oft von bedeutender Höhe, gewöhnlich mit deutlich gegliederten Stengeln mit hohlen Internodien. Blätter in der Regel spiralig gestellt, mit stark entwickelter, stengelumfassender Scheide des Blattstieles, vorherrschend mehr oder weniger fiedertheilig, seltener einfach, die obersten oft mit sehr rudimentärer Spreite. Nebenblätter fehlen. B gewöhnlich in zusammengesetzten, seltener in ein-

fachen Dolden oder Köpfchen, unterhalb der Doldenverzweigung eine Hülle aus Hochblättern (involucrum) bald vorhanden, bald fehlend und ebenso das unter den Döldchen auftretende Hüllchen (involucellum). Die einzelne B * oder †, ☿, oder die randständigen B zuweilen ♂ oder geschlechtslos, der Bautypus K 5, C 5, A 5, G $\overline{(2)}$. K meist sehr klein, aus 5 Zähnchen bestehend oder kaum angedeutet. C meist weiss oder röthlich, selten gelb oder blau, die Blätter ungetheilt oder ausgerandet, oft durch ein nach aufwärts eingebogenes Spitzchen scheinbar herzförmig, in der Knospe meist klappig, die in der Dolde nach aussen gewendeten Blättchen oft grösser oder die ganzen Randblüthen der Dolde grösser, als die des Centrums (strahlende Dolde). A in der Knospe einwärts gebogen. Fruchtknoten 2fächerig, die beiden Carpelle vorn und hinten stehend, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Griffel 2, ihre Basis drüsig angeschwollen und das Stempelpolster bildend. Frucht zuletzt in die beiden als Theilfrüchte frei werdenden Fächer zerfallend, die sich von einer stehen bleibenden, ungetheilten oder gabelig getheilten Mittelsäule (carpophorum — Fruchtträger) loslösen und an dieser noch einige Zeit hängen bleiben. Bau der Fruchtschale für die Systematik verwendet. Man unterscheidet an jeder Theilfrucht gewöhnlich 5 Rippen oder Hauptrippen (juga), von denen 2 am Rande (juga lateralia), 3 auf dem Rücken (jugum dorsale in der Mitte und 2 links und rechts davon liegende j. intermedia) verlaufen; die der Mitte der Kelchblätter entsprechenden heissen juga carinalia, die unter der Grenze je zweier Kelchtheile liegenden juga suturalia. Die beiden Seitenrippen rücken oft auf die Berührungsfläche der Theilfrüchte, die Fugenseite (commissura), hinüber. Die zwischen den Rippen liegenden Vertiefungen heissen Thälchen (valleculae); in ihnen tritt oft eine Nebenrippe (jugum secundarium) auf, die sich nicht selten stärker als die Hauptrippen entwickelt. Unter den Thälchen sowie auf der Fugenseite liegen in der Fruchtwand gewöhnlich mit ätherischen Oelen gefüllte Gänge, die Oelstriemen oder Striemen (vittae). Same mit reichem Endosperm und sehr kleinem Embryo. Die Gestalt des Endosperms auf der Fugenseite verschieden und darnach 3 Unterfamilien unterschieden:

Orthospermeae: Endosperm auf der Fugenseite flach oder convex.

Campylospermeae: Endosperm auf der Fugenseite mit einer Längsfurche oder mit eingebogenen Rändern, daher auf dem Querschnitte concav.

Coelospermeae: Endosperm auf der Fugenseite halbkugelig ausgehöhlt, daher auf Längs- und Querschnitt concav.

1300 Arten, die meisten in der nördlichen gemässigten Zone, die Tropenbewohner nur in bedeutender Höhe.

819. Die deutschen Gattungen lassen sich in folgender Weise gruppiren:

I. Unterfam. Orthospermeae.

A. Dolden einfach und armblüthig, oder kopfförmig, oder unvollkommen zusammengesetzt.

1. **Gruppe. Hydrocotyleae.** Frucht von der Seite zusammengedrückt. Blumenblätter mit gerader oder kaum zurückgebogener Spitze. Meist nur 2 Rückenrippen entwickelt. Hydrocotyle.
2. **Gruppe. Saniculeae.** Frucht fast stielrund, die Oberfläche meist schuppig-faltig oder stachelig. Blumenblätter von der Mitte an zurückgebogen.

a. Frucht fast kugelig, dicht mit hakigen Stacheln bedeckt, ohne Rippen: Sanicula.
b. Frucht zuletzt seitlich schwach zusammengedrückt, glatt, mit fädlichen, schwach vortretenden Rippen. Hülle grossblätterig, grün: Hacquetia.
c. Frucht etwas vom Rücken zusammengedrückt, die Rippen faltig gezähnt. Hülle grossblätterig, bunt: Astrantia.
d. Frucht ohne Rippen, schuppig oder knotig. Distelartige Pflanzen mit grossen, stechenden Hüllblättern: Eryngium.

B. Dolden zusammengesetzt.
a. Früchte nur mit 3 Hauptrippen, ohne Nebenrippen.

3. Gruppe. Ammieae. Frucht von der Seite zusammengedrückt und der eingezogenen Fugenseite wegen meist 2knotig. Rippen ungeflügelt.

* Kelchsaum undeutlich.

α. Blumenblätter ungetheilt.

0 Blumenblätter einwärts gebogen, gelb oder gelblich.

§ ♂ und ♀ mit B ☿ gemischt, die Blumenblätter der ♂ B lanzettlich, die der ♀ und ☿ eirund: Trinia.

§§ Alle B gleich.

× Blumenblätter gestutzt. Rippen scharf. Thälchen ohne oder mit 3 Striemen. Blätter einfach: Bupleurum.

× × Blumenblätter in ein eingebogenes Läppchen verschmälert. Rippen fadenförmig. Thälchen 1striemig. Blätter gefiedert: Petroselinum.

00 Blumenblätter sternförmig ausgebreitet.

§ Blumenblätter rundlich. Frucht rundlich: Apium.

§§ Blumenblätter eiförmig. Frucht eiförmig oder länglich: Helosciadium.

β. Blumenblätter herzförmig, mit eingebogenem Läppchen, weiss. Rippen fadenförmig.

0 Fruchtträger erst an der Spitze getheilt.

§ Thälchen ohne Striemen. Blätter doppelt-3zählig: Aegopodium.

§§ Thälchen 1striemig. Blätter abnehmend gefiedert: Carum.

00 Fruchtträger tief 2spaltig.

§ Thälchen 1striemig. Hüllchen ∞blätterig: Ammi.

§§ Thälchen mehrstriemig. Hüllchen 0: Pimpinella.

** Kelchsaum 5zähnig. Blumenblätter mit eingebogenem Läppchen.

α. Thälchen 1striemig.

0 Frucht fast kugelig. Rippen flach. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt. Hülle 0. Hüllchen ∞blätterig: Cicuta.

00 Frucht länglich. Rippen fadenförmig. Endosperm auf der Fugenseite flach. Hülle und Hüllchen ∞blätterig: Falcaria.

β. Thälchen 3striemig. Hülle und Hüllchen mehrblätterig.

0 Schenkel des Fruchtträgers mit der Theilfrucht verwachsen. Striemen unter der dicken Fruchtschale verborgen. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt: Berula.

00 Schenkel des Fruchtträgers der Frucht angewachsen oder frei. Striemen oberflächlich. Endosperm auf der Fugenseite flach: Sium.

4. Gruppe. Seselineae. Frucht im Querschnitte kreisrund. Rippen fadenförmig oder geflügelt.

* Kelchsaum undeutlich. Fruchtträger 2theilig.

α. Thälchen 1striemig.

0 Endosperm auf der Fugenseite flach. Blumenblätter herzförmig, mit eingebogenem Läppchen, weiss.

§ Randständige Rippen etwas breiter, alle scharf gekielt. Hüllchen 2blätterig: Aethusa.

§§ Alle Rippen gleich, etwas geflügelt. Hüllchen ∞blätterig: Cnidium.

00 Endosperm auf der Fugenseite gewölbt. Blumenblätter rundlich, eingerollt, gelb. Rippen stumpf. Hüllchen 0: Foeniculum.

β. Thälchen mehrstriemig.

0 Rippen gleich oder fast gleich.

§ Griffel aufrecht: Athamantha.

§§ Griffel zurückgebogen.

× Blumenblätter elliptisch, beiderseits verschmälert, weiss: Meum.

× × Blumenblätter länglich-eiförmig, in ein eingebogenes Spitzchen verschmälert, gelblich: Silaus.

00 Rippen geflügelt, die randständigen doppelt so breit, als die rückenständigen: Couioselinum.

** Kelchsaum 5zähnig. Thälchen meist 1striemig.

α. Fruchtträger undeutlich. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt: Oenanthe.

β. Fruchtträger 2theilig. Endosperm flach.

0 Kelchzähne kurz, dick, bleibend: Seseli.

00 Kelchzähne pfriemenförmig, abfallend: Libanotis.

5. **Gruppe. Angeliceae.** Frucht vom Rücken zusammengedrückt. Die 3 Rückenrippen geflügelt oder fadenförmig, die Seitenrippen stets breit geflügelt, die Flügel beider Theilfrüchte von einander abstehend. Fruchtträger 2theilig. Endosperm auf der Fugenseite flach.

* Kelchsaum undeutlich. Thälchen 1- oder 2striemig. Fruchtschale sich nicht in Schichten trennend.

α. Rippen alle geflügelt.

0 Blumenblätter rundlich. Hülle ∞blätterig: Levisticum.

00 Blumenblätter verkehrt-eiförmig. Hülle meist 0: Selinum.

β. Rückenständige Rippen fadenförmig. Blumenblätter lanzettlich. Hülle meist 0: Angelica.

** Kelchsaum 5zähnig.

α. Blumenblätter verkehrt-herzförmig. Rückenrippen fadenförmig. Striemen versteckt: Ostericum.

β. Blumenblätter elliptisch. Rückenrippen dick, gekielt. Fruchtschale sich in eine innere vielstriemige und äussere Schicht trennend: Archangelica.

6. **Gruppe. Peucedaneae.** Frucht vom Rücken zusammengedrückt. Rückenrippen meist fadenförmig. Theilfrüchte am Rande geflügelt, die Flügel beider Früchte flach an einander liegend, die Seitenrippen in den Flügel übergehend oder auf demselben. Seltener die Früchtchen von einem verdickten Rande umgeben. Fruchtträger 2theilig.

* Fruchtränder geflügelt. Thälchen 1striemig.

α. Seitenrippen am Grunde des Flügels.

0 Rückenrippen fadenförmig. Blumenblätter eiförmig, mit eingebogenem Spitzchen.

§ Kelchsaum undeutlich. Striemen der Fugenseite oberflächlich. Hülle 0 oder 1blätterig: Imperatoria.

§§ Kelchsaum 5zähnig.

× Striemen der Fugenseite oberflächlich: Peucedanum.

× × Striemen der Fugenseite unter der Fruchtschale versteckt: Thysselinum.

00 Rückenrippen scharf gekielt. Blumenblätter rundlich, eingerollt. Kelchsaum undeutlich: Anethum.

β. Seitenrippen auf dem Flügel stehend, weit von den Rückenrippen entfernt, alle sehr zart.

0 Kelchsaum undeutlich. Blumenblätter rundlich, gestutzt, eingerollt, gelb. Hülle und Hüllchen 0 oder wenigblätterig: Pastinaca.

00 Kelchsaum 5zähnig. Blumenblätter eiförmig, mit eingebogenem Spitzchen, weiss. Hülle und meist auch Hüllchen ∞blätterig: Heracleum.

** Fruchträuder knorpelig verdickt, weiss. Kelcbsaum 5zähnig. Seitenrippeu unter dem Knerpelrande versteckt. Thälchen 1—3striemig: Tordylium.

b. Theilfrüchte mit 5 Haupt- uud 4 Nebenrippen.

7. **Gruppe. Silerineae.** Die seitlichen Hauptrippen eineu einfachen Rand bildend. Die Nebenrippen schwächer: Siler.

8. **Gruppe. Thapsieae.** Seitliche Hauptrippen auf der Fugenfläche. Aeussere Nebeurippen geflügelt, die iuneren fadeuförmig, eder alle geflügelt: Laserpitium.

9. **Gruppe. Daucineae.** Hauptrippen fadeuförmig, mit Bersteu besetzt, die seitlichen auf der Fugenseite. Nebeurippeu stärker als die Hauptrippen, mit freien eder am Grunde zu einem Flügel verbundenen Stacheln besetzt.

* Nebeurippen 1reihig stachelig: Daucus.

** Nebenrippen mit 2—3 Stachelreihen: Orlaya.

II. **Unterfam. Campylospermeae.**

A. Früchte mit 5 Haupt- uud 4 Nebenrippen.

10. **Gruppe. Caucalineae.** Frucht ven der Seite zusammengedrückt eder fast stielrund. Hauptrippen fadeuförmig, die Seitenrippen auf der Fugenseite. Nebeurippeu stärker, mit Stacheln besetzt, eder wegen der die gauzen Thälchen bedeckenden Stacheln undeutlich.

* Früchtchen mit 4 stacheligen Rippen, die Stacheln 1—2reihig: Caucalis.

** Früchtchen mit 7 stacheligeu Rippen, die Stacheln 2—3reihig: Turgenia.

*** Früchtchen auf dem ganzen Rückeu dicht stachelig, mit 3 dazwischen liegeuden Berstenreihen: Terilis.

B. Früchte mit 5 Hauptrippen ehne Nebeurippen.

11. **Gruppe. Scandiceae.** Frucht meist geschuäbelt, von der Seite deutlich zusammengedrückt. Rippen fadenförmig, zuweilen geflügelt, manchmal nur am Schnabel deutlich vortretend.

* Schnabel länger als die übrige Frucht. Rippen stumpf. Thälchen 1striemig. Fruchtträger fast ungetheilt: Scandix.

** Schnabel kürzer als die übrige Frucht.

α. Rippen nur am Schnabel deutlich. Thälchen ehne Striemen. Fruchtträger kurz 2spaltig: Anthriscus.

β. Rippen an der ganzen Frucht deutlich.

0 Rippen stumpf. Thälchen 1striemig. Fruchtträger kurz 2spaltig: Chaerophyllum.

00 Rippen scharf, hehl. Thälchen ehne Striemen. Fruchtträger bis fast zur Mitte 2spaltig: Myrrhis.

12. **Gruppe. Smyrneae.** Frucht aufgetrieben, ungeschnäbelt, meist ven der Seite zusammengedrückt.

* Rippen wellig gekerbt, nicht hehl. Thälchen ehne Striemen: Cenium.

** Rippen gedunsen, iunen hehl. Thälchen 1—3striemig: Pleurespermum.

III. **Unterfam. Coelospermeae.**

13. **Gruppe. Coriandreae.** Frucht kugelig eder 2knetig. Hauptrippeu flach, geschlängelt oder selbst furchenförmig, die 4 Nebenrippen stärker herverragend: Ceriandrum.

5 Umbelliferen kommeu iu tertiären Schichten vor.

820. Die Familie enthält ziemlich viele Nutzpflanzen, deren wichtigste folgende sind:

Officinell sind die Früchte und die daraus gewonnenen ätherischen Oele von Pimpinella Anisum L., Anis, aue Südeurepa (Fructus Anisi vulgaris); Carum Carvi L., Kümmel (Fructus Carvi); Coriandrum sativum L., Coriander, Südeuropa (Fructus Coriandri); Foeniculum officinale All., Fenchel (Fructus Foeniculi); Petroselinum sativum Hoffm., Petersilie, Südeuropa (Fructus Petroselini — Apiol); Oenanthe Phellandrium Lam., Wasserfenchel (Frnctus Phellandrii — Harz). Officinelle Wurzeln liefern Pimpinella Saxifraga L. und P. magna L., Biebernelle (Radix Pimpinellae — ätherisches Oel, scharfes Harz, Extractivstoff, Zucker); Archangelica officinalis Hoffm., Engelwurz (Radix Angelicae — ätherisches Oel, Angelicin, Angelicasäure, Angelicawachs etc.); Levisticum officinale Koch, Liebstöckel, Südeuropa (Radix Levistici — ätherisches Oel, Harz, Zucker etc.); Imperatoria Ostruthium L.,

Meisterwurz (Rhizoma Imperatoriae — ätherisches Oel, Harz, Imperatorin). Von Conium maculatum L., Schierling, ist das Kraut officinell (Herba Conii maculati — Coniin). Officinelle Gummiharze liefern die im Oriente heimischen Ferula erubescens Boiss. (Galbanum), Dorema Ammoniacum Don (Ammoniacum) und Scorodosma foetidum Bunge (Asa foetida, Stinkasant, Teufelsdreck — Ferulasäure, Umbelliferon). Als Küchen- und Gewürzpflanzen werden ausser Petersilie, Kümmel, Fenchel, Anis und Coriander noch gebaut: Apium graveolens L., Sellerie: Anethum graveolens L., Dill (Orient): Pastinaca sativa L., Pastinake; Daucus Carota L., Möhre; Anthriscus Cerefolium Hoff., Kerbel (Südeuropa). Als Giftpflanzen sind bekannt: Aethusa Cynapium L, Hundspetersilie; Cicuta virosa L., Wasserschierling und Conium maculatum L., gefleckter Schierling. Asiatische Arten von Heracleum, Bärenklau, werden ihrer Grösse wegen oft als Zierpflanzen cultivirt.

68. Ordnung. Saxifraginae.

B meist ☿ und *, perigyn oder epigyn, manchmal auch hypogyn, die Kreise meist 5zählig. Fruchtknoten 2fächerig, mit ∞ Samenknospen auf der Scheidewand, oder die Carpelle völlig getrennt (apocarp), zwischen beiden Formen jedoch zahlreiche Zwischenstufen. Griffel gewöhnlich frei. Samenknospen meist anatrop. Same meist mit Endosperm. Keimling meist gerade.

821. (Fam. 223.) Crassulaceae. Meist Kräuter mit spiraligen, ungetheilten, meistens fleischigen und saftreichen, seltener lederartigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüthenstand trugdoldig oder wickelig. B *, meist ☿, 3—30zählig, bisweilen hypogyn. K in der Knospe dachig. C in der Knospe meist gedreht, ihre Blätter dem Grunde des K eingefügt. A meist doppelt so viele als Blumenblätter, seltener nur einfache Zahl, selten unter sich verwachsen, zwischen ihnen und dem G oft noch ein zu Nectarien ausgebildeter Kreis, der den Grund des G umgiebt. G meist apocarp, Früchte daher meist Balgkapseln. Samen meist ∞, klein, feilspanartig, mit oft spärlichem Endosperm. 400 in gemässigten und warmen Klimaten vorkommende Arten.

I. B 2häusig, mit 4gliederigen Kreisen, die ♂ mit A 8, die ♀ mit G 4: Rhodiola.
II. B ☿.
  1. A meist 4.
    a. B 3—4gliederig. Früchte 2samig: Tillaea.
    b. B stets 4gliederig. Früchte mehrsamig: Bulliarda.
  2. A 5. G 5, an der Basis verwachsen: Crassula.
  3. A 10, selten 12. G 5, selten 6: Sedum.
  4. A 12—40. K und C 6—20gliederig. G 6—20: Sempervivum.

Bryophyllum calycinum Salisb. (Molukken), häufige Zierpflanze, deren Blätter an den Rändern zahlreiche Brutknospen entwickeln. Arten der Gattung Echeveria häufig in Gewächshäusern. — 1 Sedum aus dem Tertiär bekannt.

822. (Fam. 224.) Saxifragaceae. Meist Kräuter, seltener Sträucher oder Bäume. Blätter spiralig, quirlig oder gegenständig, ungetheilt oder getheilt, meist ohne Nebenblätter. B gewöhnlich in cymösen Inflorescenzen, meist *, ☿, seltener eingeschlechtlich oder vielehig, (4—)5zählig (seltener 3—12zählig), hypo-, epi- oder perigynisch. K 5; C 5, selten 0; A 5 + 0 oder 5 + 5, selten ∞, oft auch Staminodien. G 2—5, unter-, ober- oder halboberständig, die Carpelle oft an der Spitze getrennt. Griffel stets getrennt. Ein die C und A tragender Discus im Grunde des K meist vorhanden. Endosperm reichlich vorhanden. 550 Arten in allen Zonen, doch am zahlreichsten in den gemässigten.

I. **Saxifrageae.** Kräuter. B meist 5gliederig, kurz perigyn bis fast epigyn, * oder ↑. Fruchtknoten 1—3-, meist 2fächerig, oben apocarp. Kapsel.

Saxifraga: K (5), C 5, A 10. Kapsel 2fächerig, durch die 2 bleibenden Griffel geschnäbelt, zwischen denselben mit einem Loche aufspringend.

Chrysosplenium: K (4), C 0, A 8. Kapsel 1fächerig, 2schnäbelig, bis zur Mitte mit 2 Klappen aufspringend.

II. **Parnassieae.** Kräuter. B kurz perigyn. A 5. Die 5 vor der C stehenden Staubgefässe zu schuppenförmigen, am Rande drüsig gewimperten Staminodien umgebildet. G 4gliederig, 1fächerig, mit wandständigen Placenten. Kapsel.

Parnassia palustris L. auf Moorwiesen.

III. **Francoaceae.** Kräuter. B 4zählig, kurz perigyn. A 4—8, mit Staminodien wechselnd. Fruchtknoten 4fächerig. Kapsel. — Chile.

IV. **Hydrangeae.** Sträucher mit einfachen, gegenständigen Blättern. B fast völlig epigyn. A 8—12. Fruchtknoten 3—5fächerig. Kapsel oder Beere. — Asien und Amerika.

Hydrangea hortensis Sm., Hortensie. Bekannte Zierpflanze aus China und Japan. H. arborescens L., Zierstrauch aus Nordamerika.

V. **Escallonieae.** Sträucher oder Bäume mit spiralig gestellten Blättern. B vollständig epigyn. Kronstaubfäden 0. G 1—7fächerig. Kapsel oder Beere. — Südliche Halbkugel.

VI. **Cunonieae.** Sträucher und Bäume mit gegenständigen Blättern und Nebenblättern. — Südliche Hemisphäre.

VII. **Philadelpheae.** Sträucher mit gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter und mit meist ∞ A. B epigyn. Kapsel.

Philadelphus coronarius L., wilder Jasmin. Zierstrauch aus dem südlichen Europa; oft verwildert. Deutzia scabra Thbg., Zierstrauch aus Japan; D. gracilis Sieb. et Zucc., Zierstrauch aus China und Japan.

VIII. **Ribesiaceae** (Grossulariaceae). Sträucher mit spiralig stehenden, gestielten, handförmig gelappten, in der Knospe fächerartig gefalteten Blättern. B häufig in Trauben, *, ☿ oder durch Fehlschlagen eingeschlechtlich. K 5, meist ansehnlich und gefärbt; C 5, meist klein, unansehnlich und grünlich, beide in der Knospe dachig. A 5. G (2), 1fächerig, mit ∞ wandständigen, anatropen Samenknospen. Beerenfrucht. 56, vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Ribes, Johannis- und Stachelbeere. R. rubrum L., Johannisbeere und R. grossularia L., Stachelbeere, werden in vielen Varietäten der Früchte wegen cultivirt. R. nigrum L., schwarze Johannisbeere, seltener gebaut, aber häufig wild. R. aureum Pursh, R. sanguineum Pursh u. a. nordamerikanische Arten als häufige Ziersträucher.

Im Tertiär sind 20 Arten der Familie bekannt.

823. (Fam. 225.) Hamamelideae. Holzgewächse mit einfachen Blättern und abfallenden Nebenblättern. B ☿ oder eingeschlechtig, mit 4—5-zähligem K und C, doch letztere oft fehlend. Staubgefässe doppelt so viele als Kelchtheile, oder ∞. Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Kapselfrucht. Same mit Endosperm. 25 Arten in gemässigten und warmen Klimaten.

Hamamelis virginica L. (Nordamerika), mit essbaren Samen, bei uns manchmal in Gärten cultivirt.

824. (Fam. 226.) Balsamifluae. Bäume oder Sträucher mit abwechselnden, meist gelappten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B monöcisch, in meist kugeligen Kätzchen. P 0. A ∞, mit Schuppen untermischt. G (2), ∞, 2fächerig, mit ∞ an der Scheidewand sitzenden Samenknospen und 2 Griffeln. Kapseln 2klappig, zu einem kugeligen Zapfen verbunden. Same mit geradem, vom spärlichen Endosperm eingeschlossenen Keimling. Die Familie wird auch wohl mit den Hamameliden oder Saxifragaceen vereinigt. 6 Arten der gemässigten und warmen Zonen.

Liquidambar styraciflua L. (Nordamerika) lieferte die früher officinelle Ambra liquida, L. orientale L. (Orient) giebt aus der frischen Rinde Styrax liquidus (Styrol, Metastyrol, Styracin, Zimmtsäure).

69. Ordnung. Passiflorinae.

B ✱, hypogyn durch perigyn bis epigyn. K, C und A meist 5zählig, der K meist dachig, die A in 1 oder 2 Kreisen oder ∞. G in der Regel (3), 1fächerig, mit wandständigen Placenten. Die ganze Gruppe kaum natürlich.

825. (Fam. 227.) Passifloreae. Meist kletternde Halbsträucher mit spiralig stehenden, einfachen oder gelappten, oft handförmig getheilten Blättern, mit Nebenblättern und Zweigranken. B ansehnlich, ✱, ☿, meist 5zählig. K 5, mit der C 5 am Grunde verwachsen. A 5, sammt dem G $\underline{(3)}$ von einer Verlängerung der Blüthenaxe emporgetragen. Die C meist mit einem vielstrahligen Kranze von fädigen, blumenartig gefärbten Anhängseln (Discus). Samenknospen anatrop. Frucht meist beeren-, seltener kapselartig. 250 tropische, besonders amerikanische Arten.

Mehrere Arten der Gattung Passiflora, Passionsblume, sind Zierpflanzen (P. coerulea L., P. quadrangularis L. etc.). Die Früchte mancher Arten werden in der Heimath gegessen.

826. (Fam. 228.) Papayaceae. Milchsaft führende Bäume mit nur an der Spitze des Stammes spiralig stehenden, lang gestielten, grossen, handförmigen Blättern ohne Nebenblätter. B diöcisch oder monöcisch. Bei den ♀ B die C 5, bei den ♂ aber C (5). A 10. G 1- oder 5fächerig. Beerenfrucht von bedeutender Grösse. 25 tropische, amerikanische Arten.

Carica Papaya L., Melonenbaum, wird seiner wohlschmeckenden, melonenartigen Früchte wegen in den Tropen cultivirt.

827. (Fam. 229.) Turneraceae. Kräuter oder Sträucher, mit spiraligen, meist einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B ✱, ☿. K 5theilig. C 5, in der Knospe gedreht, im Grunde oder im Schlunde des K eingefügt. A 5. G $\underline{(3)}$, die 3 Griffel getheilt oder ungetheilt. Kapsel ∞samig. Samen mit Endosperm und geradem Keimling. 80 Arten im tropischen Amerika.

828. (Fam. 230.) Loasaceae. Kräuter, oft kletternd, manchmal mit Brennhaaren. Blätter spiralig oder gegenständig, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. B ✱, ☿. K 4—5theilig. C 4—5. A ∞, die äussersten 5 mit der C wechselnden oft petaloid (Nebenkrone). G $(\overline{3—5})$ mit 1 Griffel. Frucht kapsel-, selten beerenartig. Same mit Endosperm und geradem Keimling. 100 tropische, amerikanische Arten.

829. (Fam. 231.) Begoniaceae. Saftreiche Kräuter oder Halbsträucher von zweifelhafter Verwandtschaft, der Stengel meist knotig gegliedert oder auch verkürzt. Blätter meist abwechselnd, stets ungleichhälftig, schief, meist ganz, zuweilen handförmig gelappt, mit hinfälligen Nebenblättern. B meist monöcisch. P aus 2—8 corollinischen Blättchen gebildet. A der ♂ B ∞, dicht gedrängt, frei oder verwachsen. G der ♀ B $(\overline{2—3})$, 2—3fächerig, mit ∞ anatropen Samenknospen im Innenwinkel der Fächer. Kapsel meist 2—3flügelig, 2—3fächerig. Samen ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 350 tropische Arten, vorzüglich in Amerika und Asien.

Viele Arten der einzigen Gattung Begonia, Schiefblatt, sind Zierpflanzen; am bekanntesten sind B. Rex (Ostindien), B. manicata, B. argyrostigma (Brasilien), B. discolor (China) etc.

70. Ordnung. Opuntinae.

B epigyn, mit C ∞, A ∞ und oft auch K ∞, alle Theile meist spiralig. Placenten wandständig. — Verwandtschaft zweifelhaft.

830. (Fam. 232.) Cactaceae. Sehr mannigfaltig und eigenthümlich gestaltete Pflanzen mit fleischigen, saftreichen, häufig gegliederten Stämmen, deren Blätter fehlen oder zu Dornen verkümmert sind. B ☿, meist *, seltener ↑. K ∞. C ∞, meist spiralig und ohne scharfe Grenze. A ∞. G $(\overline{3-\infty})$, 1fächerig, mit 3 oder mehr wandständigen Placenten, die Samenknospe anatrop. Beerenfrüchte mit endospermlosen Samen und geradem oder gekrümmtem Keimling. 1000 (?) Arten, sämmtlich im tropischen Amerika heimisch, in der alten Welt nur eingewandert.

Zahlreiche Arten der Gattungen Mamillaria, Melocactus, Echinocactus, Cereus, Epiphyllum, Phyllocactus, Opuntia etc. sind Zierpflanzen. Cereus grandiflorus Mill. (Westindien) gewöhnlich als „Königin der Nacht" cultivirt. Die Stämme von C. giganteus Engelm. (Neumexiko) erreichen die Höhe von 40—60 Fuss bei 3 Fuss Umfang. Opuntia Ficus indica Mill., indianische Feige (Südamerika), wird der essbaren Früchte wegen gebaut und dient nebst anderen Arten (O. vulgaris Mill., O. coccinellifera Mill. etc.) zur Zucht der auf ihnen lebenden Cochenille-Schildlaus (Coccus Cacti L.).

71. Ordnung. Myrtiflorae.

Blätter meist gegenständig, seltener spiralig oder quirlig. B meist ☿ und *, epigyn oder perigyn, meist 5zählig (manchmal 4-, seltener 2- oder 6zählig). A häufig ∞, manchmal verzweigt. G meist mehrfächerig, mit centralen Placenten und ∞ anatropen, meist horizontalen Samenknospen.

831. (Fam. 233.) Onagraceae (Oenothereae). Kräuter oder Sträucher mit gegenständigen oder spiraligen, meist einfachen, nebenblattlosen Blättern. B theils achselständig und einzeln, theils endständig in Trauben und Rispen, *, ☿. K (4); C 4, in der Knospe rechts gedreht, abfallend; A 4 oder 4 + 4, die Antheren mit Längsspalten aufspringend, ihr Pollen durch Viscinfäden zusammenhängend. G $\overline{(4)}$, 4fächerig, mit ∞ Samenknospen und häufig 4lappiger Narbe. B auch 2- oder 5zählig. Frucht eine Kapsel, seltener Beere oder Nuss. Same ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 300 Arten, die meisten in gemässigten Klimaten, viele in Nordamerika.

I. **Onagreae.** Kelchröhre über dem Fruchtknoten verlängert, der freie Theil mit dem 4theiligen Saume abfallend. A 8. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend.

Epilobium: Griffel fadenförmig, mit 4 kreuzweise abstehenden, zusammenneigenden oder verschmolzenen Narben. Kapsel linealisch, ∞ samig. Same mit Haarschopf.

Oenothera: Kapsel unten dicker. Same ohne Haarschopf. Sonst wie Epilobium.

II. **Jussieuae.** Kelchröhre nicht verlängert. K (3—5), bleibend. A doppelt so viele als Kelchzipfel. Kapsel durch Wandtheilung aufspringend.

Isnardia: K (4). C 4 oder 0. A. 4. Narbe kopfig.

III. **Circaeeae.** Kelchröhre ein wenig über den Fruchtknoten verlängert. Kelchsaum 2—4spaltig, abfallend. Frucht nussartig.

Circaea: K (2), C 2, A 2. G 1- oder 2fächerig, Fächer 1samig.

Oenothera biennis L., Nachtkerze, aus Nordamerika stammend, vielfach jetzt in Europa wild; die Wurzeln werden manchmal gegessen. Manche andere Arten der Gattung, sowie der Gattungen Clarkia, Gaura, Godetia u. s. w. als Gartenzierpflanzen. Viele Arten der beerentragenden Gattung Fuchsia in zahlreichen Spielarten als Topfpflanzen cultivirt.

IV. **Hydrocarya** (Trapeae). Die Gattung Trapa: C und A 4, einem ringförmigen Wulste am Grunde des freien Theiles des nur halb unterständigen Fruchtknotens entspringend. Narbe kopfförmig. Nuss mit 4 aus den Kelchzipfeln entstehenden harten Stacheln. Blätter rhombisch, in einer schwimmenden Rosette am Ende des Stengels. — 4 tertiäre Arten.

832. (Fam. 234.) Halorrhagideae. Wasserpflanzen. B ∗, ☿ oder monöcisch oder polygam, nach dem Typus K 4; C 4 oder 0; A 4 oder 4 + 4; G $\overline{(4)}$, meist 4fächerig mit je 1 hängenden Samenknospe. 65 Arten in gemässigten und warmen Klimaten.

Myriophyllum: B einhäusig. ♂ B: K (4). C 4, hinfällig. A 8. — ♀ B: K (4), kleiner als bei der ♂; 4 sehr grosse, bleibende Narben. Steinfrucht saftlos, in 4 einsamige Früchtchen zerfallend. Blätter quirlig, kammartig-fiedertheilig, mit haarförmigen Abschnitten. — Myriophyllites mit 1 Art im Tertiär.

833. (Fam. 235.) Hippurideae. Auftauchende Wasserpflanzen mit quirlig gestellten, einfachen Blättern. B in den Blattachseln, ☿, mit undeutlichem, oberständigem P, 1 vorne stehenden Staubgefässe und 1 hinten stehenden 1fächerigen Fruchtknoten, aus 1 Carpellblatte, mit 1 Griffel und 1 hängenden, anatropen Samenknospe. Frucht nussartig. 2 Arten. — Hippuris vulgaris L., Tannenwedel.

834. (Fam. 236.) Gunneraceae. Kräuter mit sehr grossen, rauhhaarigen Blättern. B ☿ oder 1häusig, unansehnlich, in rispigen Blüthenständen. K (2—4), die Lappen ungleich, in den ♂ B unvollständig oder 0. C 0 oder 2. A 1—2. G 1fächerig, mit 2 Griffeln und 1 hängenden Samenknospe. Steinfrucht. Same mit reichem Endosperm. 11 der südlichen Hemisphäre angehörende Arten.

Gunnera scabra R. et P. (Chile), oft in Gärten cultivirt.

835. (Fam. 237.) Rhizophoraceae. Bäume oder Sträucher mit Luftwurzeln und meist gegenständigen, einfachen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B einzeln oder in meist rispigen Blüthenständen in den Blattachseln, meist ☿, ∗. K (3—14); C 3—14, dem Kelchsaume eingefügt, kürzer als dieser. A gewöhnlich ∞. G meist unterständig und 2—5fächerig, jedes Fach mit 1—2 hängenden Samenknospen. Samen mit oder ohne Endosperm. 50 tropische, Uferwälder bildende Arten, den allgemeinen Namen „Mangroven“ führend. Bei den echten Rhizophoreen (Rhizophora, Kandelia etc.) durchbricht die sich weiter entwickelnde Radicula des Embryo die Spitze der Frucht schon zu einer Zeit, wo diese noch am Baume hängt und erreicht oft bedeutende Länge, ehe letztere abfällt.

836. (Fam. 238.) Combretaceae. Bäume oder Sträucher, oft windend, mit meist einfachen, gegenständigen oder spiralig gestellten, nebenblattlosen Blättern. B ☿, selten eingeschlechtlich. K (4—5), selten (6—8), bleibend oder abfallend. C 0 oder 4—5, selten ∞, dachig oder klappig. A 4—5 oder 8—10, selten ∞, oft mit Staminodien, die Antheren mit Längsrissen oder 2 Klappen aufspringend. G unterständig, 1fächerig, mit 1—6 hängenden Samenknospen. Same ohne Eiweiss. 240 meist tropische Arten. 9 Arten im Tertiär.

837. (Fam. 239.) Lythraceae. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit gegenständigen oder spiraligen, ungetheilten Blättern ohne Nebenblätter. B ☿, meist ∗, ihr Typus: K (6), häufig mit Zähnchen zwischen den Zipfeln, bleibend; C 6, in der Knospe dachziegelig, selten 0. A 6 oder 6 + 6, öfter von ungleicher Länge, manchmal theilweise steril oder unterdrückt; G $(\underline{2-6})$, mehrfächerig, mit ∞ Samenknospen und einfachem Griffel. Kapsel zuweilen durch das Schwinden der Scheidewände 1fächerig. Samen ohne Endosperm. 250 in wärmeren und gemässigten Zonen heimische Arten.

Lythrum: B 4- (oder bei unseren Arten) 6zählig. Blumenblätter am oberen Rande der trichterförmig-cylindrischen Kelchröhre eingefügt, die A in der Mitte der Kelchröhre oder tiefer eingefügt. Kapsel 2fächerig, durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend oder unregelmässig zerreissend. Vgl. § 608.

Peplis: B 5- (oder bei unserer Art) 6zählig. C und A 5—6, dem oberen Rande der glockenförmigen Kelchröhre eingefügt. Kapsel 2fächerig, unregelmässig zerreissend.

Arten der Gattung Cuphea (Mexiko) oft als Zierpflanzen. Physocalymna floribunda Pohl (Brasilien) liefert das rosafarbene Rosenholz.

838. (Fam. 240.) Melastomaceae. Meist Sträucher oder Bäume mit meist gegenständigen, nebenblattlosen Blättern mit 3—9 durch parallele Queradern verbundenen Nerven. B ☿, *, meist in Trauben oder Rispen. K und C meist 5—6zählig, der K mit klappiger, die C mit gedrehter Knospenlage. A doppelt so viele als Krontheile, oder mehr; die Antheren auf der Spitze mit Poren aufspringend. G unterständig, meist 2 — ∞fächerig, Samenknospen meist ∞. Endosperm fehlt. 1800 tropische, besonders südamerikanische Arten. — 5 tertiäre Arten.

839. (Fam. 241.) Myrtaceae. Holzgewächse mit meist gegenständigen, seltener abwechselnden, einfachen, meist ganzrandigen, immergrünen, häufig von Oeldrüsen durchsichtig punktirten, nebenblattlosen Blättern. B *, ☿, bald einzeln achselständig, bald in Aehren, Trauben, Rispen oder Köpfchen, ihr Typus: K 4; C 4 in der Knospe deckend; A ∞ durch Verzweigung aus 4 oder 8, die Antheren mit Längsspalten aufspringend; G $(\overline{2-4})$. B auch 5zählig, zuweilen nur perigynisch. Fruchtknoten 1—6fächerig, mit 1 oder mehreren Samenknospen. Frucht kapsel- oder beerenartig. Same ohne Endosperm. Embryo gerade oder gekrümmt, bei Punica spiralig. 1800 meist tropische Arten.

Wichtigere Arten sind folgende:

Myrtus communis L., Myrthe, Südeuropa, als Zierstrauch cultivirt. M. Pimenta L. (Eugenia Pimenta DC.), Westindien, liefert in den unreifen Beeren den Piment-Pfeffer. Caryophyllus aromaticus L., Gewürznelkenbaum (Molukken — in den Tropen cultivirt); liefert in den getrockneten Blüthenknospen die auch officinellen Gewürznelken (Caryophylli — ätherisches Oel, Nelkensäure, Caryophyllin, Eugenin, Harz etc.), während die reifen Früchte als „Mutternelken“ (Anthophylli) in den Handel kommen. Psidium pomiferum L. und P. pyriferum L. (tropisches Amerika) liefern essbare Früchte (Guajavae). Metrosideros vera Rumph. (Molukken) mit festem Holze (Eisenholz). Melaleuca Leucadendron L. und M. minor L. (Ostindien und Molukken) liefern aus Blättern und Zweigen das officinelle Cajeputöl. Bertholletia excelsa HBK.: die Samen sind die essbaren, ölreichen, aus Brasilien kommenden „Paranüsse“. Punica Granatum L., Granatapfel (Südeuropa): officinell die Wurzelrinde (Cortex radicis Granati — Granatgerbsäure), die Früchte essbar.

Aus dem Tertiär sind 48, aus der Kreide 2 Arten bekannt.

72. Ordnung. Thymelinae.

Meist Holzpflanzen ohne Nebenblätter. P röhrig, corollinisch oder doch inwendig gefärbt. C meist 0. A vor den Perigonabschnitten der Perigonröhre eingefügt. G oberständig, 1fächerig, mit meist nur 1 anatropen Samenknospe. Endosperm spärlich oder 0.

840. (Fam. 242.) Thymelaeaceae. Holzgewächse, seltener Kräuter, mit spiraligen, ungetheilten Blättern. B ☿ oder durch Fehlschlagen 2häusig, *. P (4), selten (5), in der Knospe dachig. A 4 + 4. G $\underline{1}$. Samenknospe hängend. Beere oder Nuss. Same mit spärlichem oder ohne Ei-

weiss. 300 Arten in Tropen und gemässigten (besonders nördliche gemässigte) Zonen.

Daphne: B ☿. P gefärbt, abfallend. Beerenfrucht.

Passerina (Thymelaea): B ☿ oder eingeschlechtlich. P meist ungefärbt, bleibend und die Nuss einschliessend.

Daphne Mezereum L., Kellerhals, Seidelbast; die Rinde officinell (Cortex Mezerei — Daphnin, Harz etc.).

841. (Fam. 243.) Elaeagnaceae. Holzgewächse, oft mit dornigen Zweigen, die jungen Aeste und Blätter mit silberweissen oder rostfarbenen, sternartigen Schuppen dicht besetzt. Blätter spiralig oder gegenständig, einfach. B *, ☿, diöcisch oder vielehig. P (2 oder 4). A 4 oder 5. G $\underline{1}$. Samenknospe aufrecht. Frucht nussartig, von der saftig werdenden Perigonbasis umgeben (Scheinbeere). Same mit wenig Endosperm. 35 vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone eigene Arten.

Hippophaë: B 2häusig. P der ♂ B 2, das der ♀ (2). Nuss glatt.

Elaeagnus: B ☿ oder durch Fehlschlagen des G ♂. P (4), das der ☿ B im Grunde mit einem den Griffel eng umschliessenden Discus. Nuss 8furchig. E. argentens Pursh (Nordamerika) und E. angustifolius L. (Südeuropa) als Ziersträucher; manchmal verwildert.

842.? (Fam. 244.) Proteaceae. Holzgewächse mit immergrünen, lederartigen, sehr verschieden gestalteten Blättern. B * oder ↑, ☿. P (4). A 4, den Perigonzipfeln eingefügt. G $\underline{1}$, meist von einer Verlängerung der Axe getragen. Samenknospe meist einzeln, anatrop und grundständig, oder orthotrop und hängend. Frucht balgkapselartig, seltener nuss- oder steinfruchtartig. Same ohne Endosperm. 1100 Arten, die meisten in Australien und Südafrika.

Viele Arten der Gattungen Protea, Grevillea, Manglesia, Leucadendron, Banksia etc. als Ziersträucher in Gewächshäusern.

136 Arten in 18 Gattungen sind im Tertiär gefunden worden.

73. Ordnung. Serpentariae.

P einfach, meist corollinisch. G mehrfächerig, die A oft mit demselben mehr oder weniger verwachsen. Embryo klein, in der Mitte des Endosperms. Verwandtschaft zweifelhaft.

843. (Fam. 245.) Aristolochiaceae. Kräuter oder meist windende Sträucher, oft mit knolligem Wurzelstock. Blätter abwechselnd 2zeilig, gestielt, einfach, mehr oder weniger herzförmig, meist ohne Nebenblätter. B ☿, * oder ↑. P meist 3spaltig, oder mit schiefem Saume, mit mehr oder weniger verlängerter Röhre, blumenartig gefärbt. A 6—12 oder mehr, frei oder mit dem G verwachsen. G $\overline{(4-6)}$, meist durch die in der Mitte nicht ganz zusammenschliessenden Samenleisten unvollständig 6fächerig, mit ∞ anatropen Samenknospen. Griffel mit grosser, scheibenförmiger, mehrstrahliger Narbe. Frucht kapsel- oder beerenartig. 200 in warmen und gemässigten Zonen heimische, vorzüglich südamerikanische Arten.

I. Aristolochieae. A 6, mit dem G verwachsen. G $\overline{(6)}$. P ↑. Aristolochia.

II. Asareae. A 12, frei. G $\overline{(6)}$. P *. Asarum.

III. Bragantieae. A 6—36, frei. G $\overline{(4)}$. P *.

Aristolochia serpentaria L., Schlangenwurzel (Nordamerika), der Wurzelstock officinell (Rhizoma Serpentariae — ätherisches Oel, Harz, Aristolochin). A. Sipho L'Herit. (Nordamerika) häufiger Zierstrauch als Laubenbekleidung. Asarum europaeum L., Haselwurz, der Wurzel-

stock officinell (Rhizoma Asari — Asarin, ätherisches Oel). — 10 Arten von Aristolochia in der Kreide und im Tertiär.

74. Ordnung. Hysterophyta.

Schmarotzer von zweifelhafter Verwandtschaft. P fast ausnahmlos epigyn. Ordnung auch mit voriger vereinigt.

844. (Fam. 246.) Rafflesiaceae. Fleischige, chlorophylllose Wurzelparasiten, die manchmal völlig blattlos sind und dann eine völlig verkürzte Axe besitzen. B ⁎, meist eingeschlechtlich, oft von ungeheurer Grösse (Rafflesia). P (3—10), corollinisch, röhrig-glockig oder tellerförmig. A 3 — ∞, meist unter sich verwachsen, dem P eingefügt oder auch mit dem G verwachsen. G $(\overline{3 - \infty})$, Fruchtknoten meist 1fächerig, mit wandständigen oder hängenden Placenten mit ∞ Samenknospen. Frucht beerenartig, ∞samig. Same mit Endosperm und rudimentärem Embryo. 24 tropische Arten (in Europa nur die Unterfamilie der Cytineae).

Cytinus Hypocistis L., auf den Wurzeln von Cistus in Südeuropa, an Monotropa und Orobanche erinnernd. Hyduora africana Thbg., pilzähnlich, auf den Wurzeln von Euphorbien am Cap. Rafflesia Patma Bl., auf Java auf den Wurzeln von Cissus (Ampelideen), fast nur eine 2 Fuss im Durchmesser haltende, übelriechende Blüthe bildend. R. Arnoldi RBr., auf Sumatra, noch grösser.

845. (Fam. 247.) Santalaceae. Auf Wurzeln schmarotzende Kräuter oder Holzgewächse mit spiraligen, oder auch unteren gegenständigen, grünen Blättern. B ⁎, meist ☿, meist in Aehren oder Rispen, seltener einzeln. P (4—5), röhrig, innen gefärbt. C meist 0. A 4—5. G $\overline{(3)}$. Samenknospen von einer centralen Placenta herabhängend, anatrop. ohne Integumente. Frucht eine 1samige Nuss oder Steinfrucht. 225 meist in gemässigten Klimaten heimische Arten.

Santalum album L., Baum in Ostindien, liefert das als Nutzholz geschätzte Sandelholz. In Deutschland nur die Gattung Thosium vertreten. Osyris alba L., Strauch im südlichen Europa. — 13 Arten im Tertiär.

846. (Fam. 248.) Loranthaceae Auf Bäumen schmarotzende immergrüne Sträucher mit meist gegenständigen, zuweilen rudimentären Blättern. B ⁎, ☿ oder häufiger diclinisch. P (4, 6 oder 8). C 0. A 4 oder 6. G $(\overline{2-3})$. Samenknospen aufrecht, unter sich und mit der Fruchtknotenwand verwachsen? oder 1 Samenknospe mit mehreren Embryosäcken? Beere 1samig. 500 tropische und in gemässigten Klimaten heimische Arten.

Viscum: B bei unserer Art diöcisch. ♂ B mit P (4); $\underline{A\ 4}$ mit den ∞fächerigen Antheren den Lappen des P angewachsen. — ♀ B mit P 4 und G (2).

Loranthus: B ☿ oder eingeschlechtlich. P 6. A 6, dem Grunde des P eingefügt. G $\overline{(3)}$.

Viscum album L., Mistel, auf vielen verschiedenen Baumarten schmarotzend, enthält Viscin und wird zur Bereitung des Vogelleimes verwendet. Loranthus europaeus, schon in Oesterreich hier und da auf Eichen und Linden.

847. (Fam. 249.) Balanophoreae. Chlorophyllfreie, oft pilzähnliche Wurzelschmarotzer ohne Laubblätter. B klein, eingeschlechtlich, in reichblüthigen Inflorescenzen. P meist mehr oder weniger verkümmert, oft 0, in den ♂ B 4—5spaltig. A 1—3 oder mehr, oft verwachsen. G meist einfächerig, mit 1—2 bald hängenden anatropen, bald aufrechten orthotropen Samenknospen, diese oft ohne Integumente oder letzteres einfach. Frucht nuss- oder steinfruchtartig. 40 meist tropische Arten.

Balanophora, Langsdorffia etc. Cynomorium coccineum Mich., Hundsruthe schon in den Mittelmeerländern.

75. Ordnung. Rosiflorae.

848. B fast stets *, perigyn, d. h. dem Rande der ausgebreiteten bis hohlen, kurz beckenförmigen bis krugförmigen, bis lang röhrigen Blüthenaxe (dem Hypanthium) eingefügt, die G jedoch deren organischen Scheitel einnehmend, der bald die tiefste Stelle des Hypanthiums bildet, bald sich aus diesem wieder in Form eines mehr oder weniger stark gewölbten Receptaculums erhebt. K und C meist 5gliederig, alternirend, der K in der Knospe dachig, oder klappig oder offen, sein unpaares Blatt hinten; die C meist dachig, selten gedreht. A meist ∞ in 5- oder mehrgliederigen Quirlen, selten nur 1 Wirtel oder gar nur A 1, die Filamente in der Knospe allgemein einwärts gebogen (oder selbst eingerollt — viele Chrysobalaneen). G monomer, meist ∞, oder auch syncarp und mehrfächerig. Samenknospen anatrop, aufrecht oder hängend. Same meist ohne Endosperm.

849. (Fam. 250.) Rosaceae. Charakter der Ordnung. Die Unterfamilien auch wohl als eigene Familien betrachtet. 38

I. **Pomeae.** Bäume und Sträucher mit ungetheilten, gelappten oder gefiederten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B meist in Trugdolden oder Rispen, *, ☿. K 5; C 5; A 10 — ∞, in der Knospe einwärts gebogen. G $\overline{(2-5)}$, mit der hohlen, krugförmigen, fleischig werdenden Blüthenaxe zu einem sogenannten unterständigen Fruchtknoten verwachsen. Frucht eine Scheinfrucht (Apfelfrucht), gebildet aus der gewöhnlich sehr stark sich weiter entwickelnden, saftigen und fleischigen, vom welkenden K gekrönten, mit dem Gynaeceum verschmolzenen Blüthenaxe. Samen in jedem Fache 2 oder mehr, eiweisslos. 160 Arten der nördlichen gemässigten Zone.

I. Innere Schale der Fruchtfächer knöchern.
  A. 3—5 Früchtchen aus der hohlen Blüthenaxe mit dem oberen Theile hervorragend. Blüthenaxe krugförmig, Kelchtheile kurz: Cotoneaster.
  B. Früchtchen ganz eingesenkt.
    1. Blüthenaxe krugförmig. Kelchtheile kurz. Früchtchen 1 — 5. Scheinfrucht von einer Scheibe gekrönt, die schmäler als ihr grösster Querdurchmesser ist: Crataegus.
    2. Blüthenaxe kreiselförmig. Kelchtheile laubartig. Früchtchen 5. Scheinfrucht von einer Scheibe gekrönt, die so breit als ihr grösster Querdurchmesser ist: Mespilus.

II. Schale der ganz eingesenkten Früchtchen pergamentartig oder dünnhäutig.
  A. Fächer der Scheinfrucht ungetheilt.
    1. Kelch laubartig. Die 5 Fächer der Scheinfrucht pergamentartig, mit 15—20 schleimigen Samen: Cydonia.
    2. Kelch nicht laubartig.
      a. Blüthen gross, in wenigblüthigen Dolden. 5 Fruchtfächer pergamentartig: Pirus.
      b. Blüthen mittelgross, in reichblüthigen Doldenrispen. Fruchtfächer dünnhäutig: Sorbus.
  B. Fächer der Scheinfrucht durch eine falsche Scheidewand in 2 Kammern mit je 1 Samen getheilt, dünnhäutig: Amelanchier (Aronia).

Pirus Malus L., Apfelbaum und P. communis L., Birnbaum, beide wild und in zahlreichen (Apfel ca. 500, Birne ca. 1600) Spielarten als Kernobst cultivirt; auch das Holz werthvoll. Cydonia vulgaris L., Quitte (Orient), als Kernobst cultivirt; die Samen officinell (Semen Cydoniae — Schleim; § 31). C. japonica Pers., Zierstrauch aus Japan. Sorbus aucuparia L., Vogelbeerbaum, Eberesche; häufig angepflanzt. Crataegus Oxyacantha L. und C. monogyna Jacq., Weissdorn, zu Hecken verwendet, in Gärten oft mit gefüllten und auch rothen Blüthen (Rothdorn). Mespilus germanica L., Mispel; die überreifen Früchte werden gegessen.

II. **Roseae.** Stachelige Sträucher mit meist unpaarig gefiederten Blättern und dem Blattstiele angewachsenen Nebenblättern. B ☿, *. K 5, C 5, A ∞; G ∞, monomer, mit je 1

hängenden Samenknospe, frei, alle im Grunde und an der Wandung der krugförmig-hohlen, oben verengerten Blüthenaxe eingeschlossen, die Griffel verragend. Früchtchen nussartig, in die bei der Reife fleischige Blüthenaxe (Hagebutte) eingeschlossen, die dann oft noch den K trägt. 300 (?) Arten in der nördlichen gemässigten Zone.

Rosa, Rose, in zahlreichen Arten (vielfach wohl nur Varietäten) bei uns wild und manche (R. centifolia L., Centifolie, Orient — R. gallica L., Essigrose — R. damascena L., Syrien, etc.) in zahllosen Spielarten als Gartenpflanzen cultivirt. Von R. centifolia die Blumenblätter officinell (Flores Rosae s. Rosarum pallidarum). R. moschata L. (Indien, Nordafrika) liefert das Rosenöl. Die Hagebutten von R. canina L. u. a. A. werden gegessen. — 3 Arten im Tertiär.

III. **Dryadeae.** Kräuter oder Sträucher mit meist gefiederten oder gefingerton Blättern. B ☿, ✻. K und C meist 5, selten C 0. A 15—30, selten 1—5. G ∞, selten 1 oder wenige, auf einer aus der flachen, ausgehöhlten Blüthenaxe hervortretenden Erhebung derselben sitzend. K meist von einem aus seinen Nebenblättern gebildeten Aussenkelche umgeben. 600 Arten in gemässigten und kalten Klimaten.

A. **Rubeae.** Aussenkelch fehlt. Die einzelnen Steinfrüchtchen auf der zuletzt schwammigen, kegelförmigen Blüthenaxe sitzend, zur Scheinfrucht zusammenhängend.

Rubus fruticosus L. und zahlreiche andere Arten liefern die essbaren Brombeeren, R. Idaeus L. die auch officinellen Himbeeren (Fructus Rubi Idaei — Traubenzucker, Aepfel- und Citronensäure etc.). R. odoratus L., Nordamerika, häufig als Zierstrauch.

B. **Potentilleae.** Aussenkelch meistens vorhanden. Früchtchen nussartig.

1. A 4, zuweilen nur 1 ausgebildet. K 4. C 0. G 1 mit seitlichem Griffel: Alchemilla.
2. A 20 — ∞. G ∞.
   a. Früchtchen auf halbkugeliger Blüthenaxe, durch den langen, bleibenden, federförmigen Griffel geschwänzt: Dryas.
   b. Früchtchen auf cylindrischer Blüthenaxe, durch den hakenförmig gegliederten Griffel geschnäbelt: Geum.
   c. Griffel welkend oder abfallend.
      0 Blüthenaxe zuletzt fleischig, sich vom Kelche mit den auf ihr befindlichen Nüsschen als Scheinfrucht ablösend. Blumenblätter abfallend. Griffel seitlich, welkend: Fragaria.
      00 Blüthenaxe sich nicht vom Kelche loslösend.
         × Blumenblätter lanzettlich, schwarzpurpurn, bleibend. Griffel fast endständig. Blüthenaxe zuletzt schwammig-fleischig: Comarum.
         × × Blumenblätter rundlich oder verkehrt-herzförmig, abfallend. Griffel fast endoder seitenständig, abfallend. Blüthenaxe trocken: Potentilla.

Potentilla Tormentilla Schr. (Tormentilla erecta L.), Blutwurz: der Wurzelstock officinell (Rhizoma Tormentillae — Gerbsäure, Tormentillroth, Gummi, Ellagsäure, Chinovasäure). Fragaria vesca L., Walderdbeere: die essbaren Scheinfrüchte (Erdbeeren) gesammelt. F. grandiflora Ehrh., Ananaserdbeere (Südamerika), F. chiloënsis Ehrh. (Südamerika) und F. virginiana Mill., Scharlacherdbeere (Nordamerika) häufig in zahlreichen Spielarten cultivirt. — 1 Fragaria im Tertiär.

IV. **Poterieae** (Sanguisorbeae). Kräuter oder Sträucher, selten Bäume, mit meist unpaarig gefiederten Blättern. B ✻. K und C 4—5. A 4—30. G 1—3, mit 1 hängenden Samenknospe, in die Höhlung der oben verengerten Blüthenaxe eingeschlossen, die bei der Reife erhärtet. Griffel endständig. 160 Arten der gemässigten Zonen.

I. B ☿.
   1. Hohle Blüthenaxe (Kelchröhre) am Grunde mit 2—3 Vorblättern. K 4. C 0. A 4 oder 6 — 15. G 1, in die bei der Reife 4kantige Blüthenaxe eingeschlossen. Narbe kopfförmig: Sanguisorba.
   2. Hohle Blüthenaxe mit 2 Vorblättern, oben mit mehreren Reihen hakenförmiger, anfangs weicher Stacheln. K 5. C 5. A 15—20. G 2, durch Verkümmerung 1, in die bei der Reife 10furchige Blüthenaxe eingeschlossen. Narbe fast 2lappig: Agrimonia.

II. B einhäusig oder vielehig. A 20—30. G 2—3. Narbe pinselförmig, mit vieltheiligen Abschnitten und fadenförmigen Zipfeln. Sonst wie Sanguisorba: Poterium.

Brayora anthelmintica Kth. (Hagenia abyssinica Willd.), abyssinischer Baum, dessen Blüthen officinell (Flores Kusso s. Kosso — Coussin).

V. **Spiraeeae.** Sträucher, selten Kräuter. B ✻. K 5, bis zur Fruchtreife bleibend; C 5 oder selten 0; A 10 — ∞; G 1—12 und mehr, mit je 2 — ∞ meist hängenden Samenknospen. Früchte meist Balgkapseln. Endosperm manchmal vorhanden. 66 Arten in der nördlichen

gemässigten Zone und Tropen. Bei uns die Gattung Spiraea L., welche häufig auch in folgende Gattungen gespalten wird:

I. B ☿.

1. Blüthenaxe scheibenförmig erweitert.

a. 5 Früchtchen vor den Blumenblättern: Spiraea.

b. 5 Früchtchen vor den Kelchzipfeln, am Grunde verwachsen: Sorbaria.

2. Blüthenaxe nicht scheibenförmig erweitert. Meist mehr als 5 Früchtchen, alle frei, aufrecht oder gewunden: Ulmaria.

II. B 2häusig. Meist 3 Früchtchen, alle frei, zurückgebogen: Aruncus.

Arten der Gattung Spiraea finden sich häufig als Ziersträucher in Gärten, so S. ulmifolia Scop. aus Südeuropa, S. sorbifolia L. aus Sibirien, S. opulifolia L. aus Nordamerika. Kerria japonica DC., Zierstrauch aus Japan. — 8 Arten von Spiraea im Tertiär.

VI. Quillajeae. Bäume und Sträucher mit meist einfachen, lederigen Blättern. Kelch oft bleibend. A 5—10—20. Carpella frei oder verbunden, jedes mit 1 — ∞ Samenknospen. Balgkapseln oder Kapseln. 16 Arten, die meisten Amerikaner.

Die Rinde von Quillaja saponaria Mol. (Chile, Peru, Bolivia) enthält Saponin und wird im Vaterlande wie Seife benutzt, auch sonst technisch verwendet.

VII. Pruneae (Amygdaleae). Bäume oder Sträucher mit ungetheilten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B einzeln oder in Trauben und Doldentrauben, ☿, ✳. K 5, nach der Blüthe sammt der hohlen Blüthenaxe (Kelchröhre) abfallend. C 5, in der Knospe dachig. A 20—30. G 1, mit endständigem Griffel und 2 hängenden Samenknospen. Frucht eine meist nur 1samige Steinfrucht. 100 Arten der nördlichen gemässigten und warmen Zone.

I. Fleisch der Steinfrucht nicht saftig, bei der Reife unregelmässig aufspringend. Steinschale mit punktförmigen Gruben oder glatt: Amygdalus.

II. Fleisch der Steinfrucht saftig, nicht aufspringend.

A. Steinschale unregelmässig gefurcht, in den Furchen mit punktförmigen Gruben: Persica.

B. Steinschale glatt oder gefurcht, ohne punktförmige Gruben: Prunus.

Als Steinobstbäume werden cultivirt:

Prunus avium L., Süsskirsche und P. Cerasus L., Sauerkirsche, letztere aus Vorderasien stammend, beide in zahlreichen Spielarten; das Holz technisch verarbeitet; die Kerne der ersteren namentlich zur Bereitung des Kirschwassers. P. Mahaleb L., Weichsel, liefert die wohlriechenden Weichselrohre für Pfeifen (Coumarin in der Rinde). P. domestica L., Zwetsche (Pflaume), aus Westasien und P. insititia L., Pflaume, aus Südeuropa; beide mit vielen Spielarten. P. Armeniaca L., Aprikose, aus Vorderasien. P. Laurocerasus L., Kirschlorbeer, Kleinasien, die Blätter officinell (Folia Laurocerasi — Amygdalin). Persica vulgaris Mill., Pfirsich, aus Vorderasien. Amygdalus communis L., Mandel, aus Südeuropa und Nordafrika; liefert süsse (var. dulcis), bittere (var. amara) und Krachmandeln (var. fragilis), die ersten beiden auch officinell (Amygdalae dulces — fettes Oel, Emulsin etc.; Amygdalae amarae — ausser vorigen noch Amygdalin).

33 Arten von Prunus und 5 von Amygdalus sind aus tertiären Schichten bekannt.

VIII. Chrysobalaneae. Bäume und Sträucher mit einfachen Blättern. B ✳ oder ↑, K 5; C 5 oder 0; A 3 — ∞; G 1 mit am Grunde des Fruchtknotens eingefügtem, seitlichem Griffel und aufrechten Samenknospen. Sonst wie vorige Familie. 180 tropische Arten.

Chrysobalanus Icaco L., Kokospflaumenbaum, im tropischen Amerika heimisch und dort der essbaren Früchte und mandelartigen Samen wegen cultivirt.

76. Ordnung. Leguminosae.

850. Blätter 2zeilig oder spiralig, meist einfach oder doppelt gefiedert, oder 3zählig, selten einfach. Nebenblätter vorhanden. B ✳ oder ↑, meist 5-, seltener 3—4gliederig, nicht eigentlich perigyn, sondern C, A und G auf einer Ausbreitung der Axe innerhalb des Kelchgrundes (daher in der Uebersicht der Familien die Papilionaceen auf S. 385 in der Abtheilung 2 stehend). K und C in der Knospe dachziegelig, das unpaare Kronblatt meist nach oben gestellt. A meist 10, selten 3 — ∞, frei oder verwachsen. G 1. Frucht eine meist 2klappig mit Bauch- und Rückennaht aufspringende,

manchmal durch falsche Längs- oder Querwände gegliederte Hülse mit an der Bauchnaht stehenden Samen.

851. (Fam. 251.) Papilionaceae. Meist Kräuter, oft windend oder rankend, seltener Sträucher oder Bäume, mit meist fiederig oder handförmig zusammengesetzten, selten einfachen Blättern, oder nur die Endfieder vorhanden. Nebenblätter oft mächtig entwickelt. B meist in Trauben, Rispen oder Köpfchen, selten einzeln, meist ☿, ↑, schmetterlingsförmig. K (5), sein Saum gleichmässig 5zähnig oder 5theilig, oder 2lippig und dann 2 Abschnitte die Ober-, 3 die Unterlippe bildend. C 5, selten unvollzählig oder 0, die länger oder kürzer gestielten (genagelten) Blätter einem im Kelchgrunde befindlichen, verschieden gestalteten Discus eingefügt und ungleich gestaltet: das obere, in der Knospenlage äussere, meist grösste, oft aufwärts zurückgeschlagene Blatt bildet die Fahne (vexillum); die 2 mittleren (seitlichen), gewöhnlich kleineren Blätter sind die Flügel (alae); zwischen diesen zum Theil eingeschlossen liegen die beiden unteren (vorderen), oft unter einander verwachsenen Blätter des Schiffchens (carina). Manchmal sind alle Blätter der C verwachsen. A 10, selten durch Abort weniger, selten alle frei, meist mit dem grössten Theile der Filamente zu einer langen, im Schiffchen liegenden Röhre verwachsen, oder 9 zu einer oben geschlitzten Röhre verwachsen, das zehnte obere (hintere) Staubgefäss frei. G $\underline{1}$. Hülse meist in Bauch- und Rückennaht aufspringend, seltener nur an der Bauchnaht, öfter mit einer von der Rückennaht entspringenden falschen, unvollständigen Längsscheidewand, oder sich quer in 1samige Glieder theilend (Gliederhülse); selten eine 1samige Schliessfrucht. Same meist ohne Endosperm und mit meist gekrümmtem Embryo. 3000 Arten, die meisten in der heissen und in gemässigten Zonen.

852. Die deutschen Gattungen lassen sich folgendermaassen gruppiren:

I. Phyllolobae. Keimblätter bei der Keimung laubartig.

I. Unterfam. Lotoideae. Hülse 1fächerig eder der Länge nach uuvellständig 2fächerig, selten mit schwammigen Querwänden, meist aufspringend und mehrsamig, seltener 1samig und dann dünn und papierartig.

A. Genisteae. K mehr eder weniger deutlich 2lippig. Flügel am eberen Rande faltig-runzelig. A sämmtlich verwachsen. Hülse 1fächerig.

1. K 1lippig, oberwärts der Länge nach gespalten, die Lippe fein gezähnelt: Spartium.

2. K 2lippig.

α. Hülse ohne schwammige Querwände.

a. Hülse wenig länger als K, gedunsen, wenigsamig. K bis zum Grund 2lippig gespalten; dorniger Strauch: Ulex.

b. Hülse weit länger als K.

× Narbe kepfförmig. Lippen des K treckenhäutig. Der lange Griffel oberwärts verdickt nnd in 1 oder mehrere kreisförmige Schleifen gebogen: Sarothamnus.

× × Narbe schief.

0 Griffel nach der Axe zu gekrümmt, daher die Narbe nach der Axe gerichtet und einwärts abschüssig. Schiffchen stumpf. Blätter einfach: Genista.

00 Narbe nach auswärts abschüssig, woil ven der Axe weggewondet. Blätter meist 3zählig: sonst wie vorige Gattung: Cytisus.

β. Hülso mit schwammigen Querwänden, Schiffchen geschnäbelt-zugespitzt. Narbe kepfig, nach der Axe gewendet: Lupinus. (Ob hierher? wohl zu II).

B. Anthyllideae. K gleichmässig 5spaltig oder 5zähnig, oder 2lippig. Flügel nicht faltig gerunzelt. A sämmtlich verwachsen. Hülse 1fächerig.

1. K 5spaltig, bleibend, in der Fruchtreife offen. Schiffchen geschnäbelt. Frucht gedunsen, armsamig: Ononis.
2. K 5zähnig, welkend, in der Fruchtreife über der Hülle geschlossen. Schiffchen stumpf oder kurz gespitzt: Anthyllis.

C. Trifolieae. Oberes Staubgefäss frei. Hülse 1fächerig. Blätter meist 3zählig.

1. A mit C mehr oder weniger verwachsen. C welkend, bleibend, die 1—4samige, eiförmige, kaum oder unregelmässig aufspringende Hülse einschliessend: Trifolium.
2. A mit C nicht verwachsen.
   α. Schiffchen geschnäbelt.
      a. C abfallend. Griffel allmählich verschmälert. Hülse linealisch, nicht geflügelt, in 2 spiralig gedrehte Klappen aufspringend: Lotus.
      b. Griffel nach oben verdickt. Hülse 4kantig, 4flügelig; sonst wie vorige Gattung: Tetragonolobus.
   β. Schiffchen ungeschnäbelt.
      a. Flügel in die Quere wie eine Blase vorgetrieben: Dorycnium.
      b. Flügel gleichförmig convex.
         × Fruchtknoten aufwärts gekrümmt. Hülse meist spiralig gerollt: Medicago.
         × × Fruchtknoten und Hülse gerade.
            0 Hülse kugelig oder länglich, unvollkommen aufspringend, 1—4samig: Melilotus.
            00 Hülse linealisch, 2klappig, 6 — ∞samig: Trigonella.

D. Galegeae: Oberes (hinteres) Staubgefäss wenigstens zur Hälfte frei. Hülse 1fächerig. Blätter unpaarig, selten paarig gefiedert.

1. K 2lippig, die Oberlippe 2zähnig, die Unterlippe 3spaltig. Blätter des Schiffchens getrennt. Hinteres Staubgefäss ganz frei: Glycyrrhiza.
2. K glockig, 5zähnig.
   α. Hinteres Staubgefäss ganz frei. Griffel gewimpert. Hülse aufgeblasen: Colutea.
   β. Hinteres Staubgefäss bis zur Mitte verwachsen. Griffel kahl. Hülse lineal: Galega.
   Hierher auch Robinia, Caragana etc.

E. Astragaleae. Oberes Staubgefäss frei. Hülse durch die eingedrückte Bauchnaht (seltener durch die Rückennaht) mehr oder weniger vollständig 2fächerig. Blätter meist unpaarig gefiedert.

1. Hülse durch die einwärts gefaltete Rückennaht unvollkommen 2fächerig. Schiffchen unter dem stumpfen Ende mit gerader Spitze: Oxytropis.
2. Hülse durch die einwärts gefaltete Bauchnaht mehr oder weniger vollkommen 2fächerig. Schiffchen stumpf, ohne Spitze: Astragalus.

II. Unterfam. Hedysaroideae. Hülse querfächerig, oft in Glieder zerfallend, zuweilen 1fächerig, 1samig und dann nicht aufspringend. Oberes Staubgefäss frei.

F. Coronilleae. B in achselständigen, kopfförmigen Dolden. Hülse stielrund oder zusammengedrückt.

1. Schiffchen stumpf. K röhrig, 5zähnig. Hülse zusammengedrückt, an den Gelenken eingezogen, Glieder 1samig: Ornithopus.
2. Schiffchen geschnäbelt.
   α. K glockig, fast 2lippig, Oberlippe 2-, Unterlippe 3zähnig. Hülse zusammengedrückt, die 1samigen Glieder gekrümmt, oben concav: Hippocrepis.
   β. K kurzglockig, durch die 2 oberen, grösstentheils verwachsenen Zähne fast 2lippig. Hülse stielrund oder fast 4kantig, die 1samigen Glieder an den Gelenken eingezogen: Coronilla.

G. Hedysareae. B in achselständigen Trauben. Hülsen zusammengedrückt.

1. Hülse in Glieder zerfallend: Hedysarum.
2. Hülse 1samig, netzig-runzelig, nicht aufspringend, der obere Rand dick und gerade, der untere dünn, gekrümmt, kammförmig, oft gezähnt oder stachelig: Onobrychis.

II. Sarcolobae. Keimblätter auch nach der Keimung dick, fleischig-mehlig. Hülse 1fächerig oder durch schwammige Querwände gefächert.

III. Unterfam. Vicioideae. Keimblätter bei der Keimung in der Samenschale und unter der Erde bleibend. Blätter meist paarig gefiedert, meistens mit Ranke endend. Oberes Staubgefäss frei.

II. Vicieae. Charakter der Unterfamilie. Schwierig unterscheidbare Gattungen.

1. Griffel kahl. Hülse stark aufgeblasen, 2samig. K länger als C: Cicer.
2. Griffel behaart. Hülse nicht aufgeblasen.
   a. Staubfadenröhre schief abgeschnitten.
      × K 5zähnig oder -spaltig. Griffel fadenförmig, oberwärts behaart. Hülse 2—∞samig: Vicia (und Ervum).
      × × K 5theilig. Griffel flach, auf der der Axe zugewendeten Seite mit einer Haarlinie. Hülse 1—2samig: Lens.
   b. Staubfadenröhre gerade abgeschnitten. Hülse 2 — ∞samig.
      × Griffel zu einer nach hinten offenen Röhre zusammengefaltet, auf der gewölbten Seite bärtig: Pisum.
      × × Griffel flach, zuweilen sammt A und Schiffchen um seine Axe gedreht, auf der ursprünglich der Axe zugekehrten Seite mit einer Haarlinie: Lathyrus (mit Orobus).

IV. Unterfam. Phaseoloideae. Keimblätter bei der Keimung als dicke, grüne, nicht laubartige Blätter über den Boden tretend, selten in der Samenschale bleibend. Blätter fast immer unpaarig (häufig 3zählig) gefiedert. Oberes Staubgefäss mit den anderen verwachsen oder frei, selten fehlend.

I. Phaseoleae. Fahne mit 2 Anhängseln. Oberer Staubfaden über dem Grunde gekniet, frei, oder selten mit den anderen verwachsen. Blätter 3zählig. Meist windend. Phaseolus: Griffel, Staubgefässe und Schiffchen spiralig eingerollt.

853. Die wichtigsten Arten der Familie sind:

Sophora japonica L., Zierbaum aus Japan. Myroxylon peruiferum DC., tropisches Amerika, namentlich Neugranada und Peru, und M. sonsonateuse (M. Pereirae Kl.), San Salvador in Centralamerika, liefern den officinellen Perubalsam (Balsamum peruvianum — Cinnameïn, Harz, Zimmtsäure, Styracin). M. toluiforum Spr., Neugranada, Brasilien, den officinellen Tolubalsam, wie vorige aus Einschnitten des Stammes, liefernd (Balsamum tolutanum — Tolen, Harze, Benzoësäure und Zimmtsäure). Baphia nitida Lodd., Sierra Leone, liefert das zum Rothfärben benutzte Cabanholz. Sarothamnus vulgaris Wimm., Besenstrauch, die schlanken Zweige zu Besen gebunden. Genista tinctoria L., Färber-Ginster, G. germanica L. u. a. A. liefern in Blüthen und Blättern einen Farbstoff zur Darstellung des Schüttgelb. Cytisus Laburnum L., Goldregen, sowie andere Arten der Gattung als Ziersträucher. Crotalaria juncea L., Ostindien, giebt eine geringere Sorte Jute (§ 783). Ononis spinosa L., Hauhechel, die Wurzel officinell (Radix Ononidis — Ononin, Ononid, Harz etc.). Lupinus luteus L., Lupine, Wolfsbohne (aus Südeuropa), auf Sandboden als Futterpflanze gebaut. L. albus L. (Orient), L. hirsutus L. (Mittelmeergebiet) u. a. A. oft in Gärten. Medicago sativa L., Luzerne, wichtige Futterpflanze aus Südeuropa. Trigonella Foenum graecum L., Bockshornklee, aus Südeuropa, die Samen officinell (Semen Foeni graeci — Bassorin, fettes und ätherisches Oel, Bitterstoff). Melilotus coerulea L., Schabziegerklee, als Gewürzpflanze (zur Bereitung von Kräuterkäse) hie und da gebaut. M. officinalis Pers., das Kraut officinell (Herba Meliloti — Coumarin). Trifolium, Klee, viele Arten als Futter- und Wiesenpflanzen wichtig (T. pratense L., T. repens L., T. hybridum L., T. incarnatum L. u. A.). Indigofera tinctoria L., Indigopflanze, Ostindien, liefert den als Indigo bekannten blauen Farbstoff. Glycyrrhiza glabra L. und G. echinata L., Süssholz (Süd- und Südosteuropa), die Wurzel officinell (Radix Liquiritiae — Zucker, Glycyrrhicin, Stärke, Weichharz, Asparagin). Robinia pseudacacia L., Robinie, fälschlich Akazie genannt, häufiger Zierbaum aus Nordamerika; ebenso R. hispida L. und R. viscosa Vent. Caragana frutescens DC. und C. arborescens Lam., Erbsenstrauch, häufige Ziersträucher aus Sibirien. Colutea arborescens L., Blasenstrauch, häufig in Gärten. Amorpha fruticosa L., Zierstrauch aus Nordamerika. Astragalus verus Oliv., A. creticus Lam., A. gummifer Lab., A. strobiliferus Lindl. u. a. A. des Orients liefern Traganth (Tragacantha — Bassorin, Arabin, Stärke etc. — § 38). Ornithopus sativus L., Serradella, Futterkraut aus Südeuropa. Hedysarum gyrans L. (Desmodium g.), Ostindien: oft in Gewächshäusern und durch die Beweglichkeit der Blätter bekannt (§ 330). Onobrychis sativa L., Esparsette, vorzügliches Futterkraut. Arachis hypogaea L., Erdnuss, Erdeichel (tropisches Amerika), in den Tropen und auch in Südeuropa der ölreichen Samen wegen sehr

viel gebaut. Cicer arietinum L., Kichererbse (Orient), die Samen in Südeuropa beliebtes Nahrungsmittel, daher viel cultivirt. Lens esculenta Mönch, Linse (Südeuropa), der nahrhaften Samen wegen gebaut. Vicia sativa L., Futterwicke (aus Südeuropa), als Futterpflanze cultivirt. V. Faba L., Sau- oder Puffbohne (Vaterland?), als Viehfutter gebaut und die unreifen Samen auch als Gemüse gegessen. Lathyrus sativus L., Platterbse (Südeuropa), als Futterpflanze gebaut. L. odoratus L., L. clymenum L. u. a. A. der Mittelmeerländer als Gartenzierpflanzen. Pisum sativum L., Erbse (Orient?), der Samen wegen als Gemüsepflanze vielfach gebaut. P. arvense L., Ackererbse (Vaterland?), als Futter- und Gemüsepflanze cultivirt. Phaseolus multiflorus Lam., Feuerbohne (Südamerika), und P. vulgaris L., Vitsbohne (Ostindien) überall als Gemüsepflanzen der Samen und unreifen Hülsen wegen gebaut. Erythrina corallodendron L. (Brasilien) und E. indica Lam. (Ostindien) der prächtigen rothen Blüthen wegen oft als Ziersträucher. Physostigma venenosum Balf., Calabarbohne, Gottesgerichtsbohne (Sklavenküste Westafrikas), die Samen officinell (Faba calabarica — Physostigmin). Dolichos Lablab L., Reisbohne (Ostindien) u. a. A. werden in der Heimath wie bei uns die Bohnen benutzt. D. Soja L. (Soja japonica Savi), Japan, liefert die zur Bereitung von Saucen dienende Soja. Pterocarpus marsupium Mart., Malabar, liefert Kino als eingedickten Saft (enthält: Kinogerbsäure, Kineroth und Brenzcatechin). P. indicus Willd., und P. santalinus L., Ostindien, liefern das rothe Sandelholz. Dipterix odorata Willd., Tonkabaum (Guyana), liefert die Coumarin enthaltenden Tonkabohnen. Von Dalbergia latifolia Roxb., Ostindien, stammt das zu feinen Drechslerarbeiten benutzte ostindische Rosenholz oder Betanyholz.

38 Gattungen mit über 100 Arten sind im Tertiär bekannt.

854. (Fam. 252.) Caesalpiniaceae. Bäume oder Sträucher, seltener Kräuter, mit meist †, aber nicht schmetterlingsförmigen, selten *, 5-, selten 4gliederigen B. K 5, frei oder verwachsenblätterig. C 5 oder durch Abort weniger, selten 0. A 10 oder durch Abort weniger, selten ∞, alle frei oder selten einige oder alle verwachsen. G 1. Hülse oft durch Querwände gegliedert, bei vielen nicht aufspringend. Same mit oder ohne Endosperm. Keimling gerade. 1500 meist tropische Arten.

Haematoxylon campechianum L., Blut- oder Campecheholzbaum (Centralamerika und Westindien), liefert das als Farbeholz werthvolle und auch officinelle Campecheholz oder Blauholz (Lignum campechianum — Haematoxylin). Caesalpinia echinata Lam. (Brasilien), C. brasiliensis Sw. (Antillen) u. a. A. liefern das Fernambuk- oder rothe Brasilienholz, dessen rother Farbstoff (Brasilin) in der Färberei verwendet wird. C. coriaria Willd. (tropisches Amerika) liefert die als „Dividivi" in den Handel kommenden gerbstoffreichen Hülsen, die in der Gerberei Verwendung finden. Ceratonia siliqua L., Johannisbrodbaum (Mittelmeerländer); die Hülsen Nahrungsmittel und officinell (Siliqua dulcis s. Fructus Ceratoniae — Traubenzucker, Pectin, Gummi, Buttersäure etc.). Tamarindus indica L., Tamarinde (Ostindien; im tropischen Amerika cultivirt); das säuerlich-süsse Mark der Hülse wird in den Tropen gegessen und ist bei uns officinell (Tamarindi s. Pulpa Tamarindorum cruda — Wein-, Citronen-, Aepfel-, Essig- und Ameisensäure, Zucker, Pectin, Gummi). Cassia lenitiva Bisch., C. obovata Coll., C. medicinalis Bisch. u. a. Arten (nordöstliches Afrika, Arabien; in Ostindien einzelne cultivirt) liefern die officinellen Sennesblätter (Folia Sennae — Cathartinsäure, Chrysophansäure, Cathartin, Sennapikrin, Sennacrol, Cathartomannit etc.). C. fistula L., Röhrencassie (Ostafrika und Ostindien), mit bis 2' langen, walzenförmigen, durch zahlreiche Querwände gegliederten Hülsen; früher officinell. Copaifera Langsdorfii Hayne, C. multijuga Mart., C. officinalis Willd., C. Jacquinii Desf. u. a. tropisch-amerikanische Arten der Gattung liefern den aus angebohrten Stämmen ausfliessenden officinellen Copaivabalsam (Balsamum Copaivae — ätherisches Oel und Harz, letzteres hauptsächlich aus Copaivasäure oder auch Metacopaivasäure bestehend). Hymenaea Courbaril L. u. a. A. der Gattung, sowie Arten von Trachylobium, Vouapa etc. liefern den brasilianischen, aus der Rinde ausfliessenden Copal, Trachylobium Hornemannianum Hayne und T. mossambicense Kl. wahrscheinlich den ostafrikanischen Copal. Cercis siliquastrum L., Judasbaum, schon in Südtyrol heimisch, oft in Gärten als Zierstrauch. Krameria triandra Ruiz et Pav. (Peru, Bolivia), die Wurzel officinell (Radix Ratanhiae peruvianae, Payta, Ratanhawurzel — Ratanhiagerbsäure, Ratanhiaroth).

Im Tertiär finden sich ca. 90 Arten.

855. (Fam. 253.) Mimosaceae. Bäume oder Sträucher, oft dornig. Blätter meist sehr zusammengesetzt, doch bei manchen Acacien auf den blattartig verbreiterten Blattstiel (Phyllodium) reducirt. B in Köpfchen oder Aehren, *, meist 5-, selten 4gliederig. K und C meist 1blätterig. A 3 — ∞, frei oder in 1 oder mehrere Bündel verwachsen. G $\underline{1}$, selten 2—5. Hülse oft durch Querwände gegliedert. Same ohne oder mit spärlichem Endosperm. Keimling gerade. 1500 meist tropische Arten.

Mimosa pudica L., Sinnpflanze, Südamerika: Blätter auf Reiz sich zusammenlegend (§§ 321—323). Acacia Catechu Willd., Ostindien, liefert im eingedickten Safte des Stammes Catechu oder Terra japonica (Catechu von Bombay und Bengalen — Catechugerbsäure, Catechusäure); officinell und in der Technik verwendet. A. vera Willd., A. Seyal Del., A. nilotica Del., A. Verek Guill. et Perr. u. a. nordafrikanische Arten der Gattung liefern das aus den Stämmen ausfliessende und an der Luft erhärtende, officinelle und technisch verwendete Gummi arabicum und Gummi Senegal (enthält arabinsaure Salze des Kali, Calcium und Magnesium — § 38). Acacia-Arten sind für die afrikanische und neuholländische Flora charakteristisch; viele werden in Glashäusern als Zierpflanzen cultivirt. — 46 Arten (Acacia 32) finden sich im Tertiär.

Druckfehler.

S. 177 Zeile 10 v. u. lies Perizonium statt Perigonium.
S. 227 ,, 3 v. u. ,, Keimporen ,, Keimsporen.
S. 349 ,, 2 v. u. ,, Placentarränder.

Register.

Die Zahlen geben die Seiten an.

Abelia 397.
Abies 339.
Abietineae 336. 337. 338.
Abortus 100.
Absenker 157.
Absinthin 402.
Acacia 458.
Acalypheae 437.
Acanthaceae 383. 392.
Acanthus 392.
Acarospora 222.
Acer 435.
Aceras 379.
Acerineae 384. 434.
Achillea 400. 402.
Achilleasäure 402.
Achilleïn 402.
Achimenes 391.
Achlya 184.
Achnantheae 178.
Achras 405.
Acolyctin 421.
Aconellin 421.
Aconitin 421.
Aconitsäure 421.
Aconitum 421.
Acorin 366.
Acorus 366.
Acrosporen 225.
Acrostichum 297.
Actaea 421.
Adenophora 403.
Adenostyles 398.
Adiantum 297.
Adonis 420.
Adoxa 397.
Adventivbildungen 79.
Adventivembryonen 360.
Adventivknospen 92. 157.
Adventivsprosse 92.
Adventivwurzeln 83.
Aecidien 227.
Aecidiomycetes 197. 226.
Aecidium 228.
Aegicereae 405.
Aegopodium 440.
Aehre 88.
Aepfelsäure 406. 452. 457.
Aeschinanthus 391.
Aesculinae 434.
Aesculus 434.
Aethalium 174.
Aethionema 424.
Aethusa 440. 443.
Agaricini 245.
Agaricus 245.
Agave 375.
Agavites 376.
Aggregatae 395.
Agrimonia 452.
Agropyrum 371.
Agrostemma 417.
Agrostideae 369. 371.
Agrostis 369. 371.
Ahorn 435.
Ailanthus 433.
Aira 370.
Ajuga 389.
Aizoaceae 417.
Akazie 456. 458.
Aklei 421.
Alant 401.
Albumen 359.
Alchemilla 452.
Aldrovanda 426.
Alectorolophus 391.
Aleuron 8.
Algen 162. 246.
Alicularia 260.
Alisma 364.
Alismaceae 362. 364.
Alismoideae 364.
Alizarin 396.
Alkaloide 61.
Alkanna 387.
Alkannin 387.
Allium 374. 375.
Allosorus 297.
Alnus 408.
Aloë 375.
Aloëbitter 375.
Aloïn 375.
Alopecurus 369. 371.
Alpenrosen 407.
Alpenveilchen 405.
Alpinia 378.
Alsidium 202.
Alsine 416.
Alsineae 416.
Alsophila 299.
Alstroemeria 375.
Althaea 430.
Aluminium 106.
Alyssineae 424.
Alyssum 424.
Amarantaceae 382. 414.
Amarantus 415.
Amaryllideae 362. 375.
Amaryllis 375.
Ambra liquida 444.
Ambrosiaceae 382. 398.
Ameisensäure 457.
Amelanchier 451.
Amentaceae 408.
Ammi 440.
Ammieae 440.
Amobium 402.
Ammoniacum 443.
Ammophila 369.
Amomum 378.
Amorpha 456.
Amorphophallus 365.
Ampelideae 436.
Ampelopsis 436.
Amphigastrien 246.
Amphipleureae 178.
Amphithecium 267.
Amphoreae 178.

Amygdalae 453.
Amygdaleae 385. 453.
Amygdalin 453.
Amygdalus 453.
Amyrideae 433.
Amyris 433.
Anacamptis 379. 380.
Anacamptodon 277.
Anacardia 434.
Anacardiaceae 384.
Anacardieae 433.
Anacardium 434.
Anacyclus 402.
Anadyomene 183.
Anagallis 404.
Anamirta 419.
Ananassa 377.
Anarrhinum 390.
Anastatica 425.
Anchusa 387.
Andreaea 273.
Andreaeaceae 270. 273.
Androeceum 343.
Andromeda 406.
Andropogon 368. 371.
Andropogoneae 368. 371.
Androsace 404.
Androsporen 188.
Aneimia 300.
Anemone 420.
Anemoneae 420.
Anemonin 421.
Anemonsäure 421.
Anethum 441. 443.
Aneura 259.
Aneureae 259.
Angelica 441.
Angelicasäure 442.
Angelicawachs 442.
Angeliceae 441.
Angelicin 442.
Angiopteridieae 279.
Angiopteridium 304.
Angiopteris 300.
Angiospermae 160. 330. 331. 340.
Angosturarinde 432.
Anis 442. 443.
Anisschwamm 245.
Annularia 319.
Annulus 237.
Anomodon 277.
Anona 419.
Anonaceae 419.
Anschlusszelle 357.
Anthela 89.
Anthemidin 402.
Anthemis 400. 401.
Anthere 343.
Anthericum 374.
Antheridium 181. 247. 252. 265. 290. 303. 309. 318.
Anthoceros 258.
Anthoceroteae 257. 258.
Anthocyan 27.
Anthokirrin 391.
Anthophylli 448.
Anthophyta 160. 330.
Anthoxanthin 21. 391.
Anthoxanthum 368. 371.
Anthriscus 442. 443.
Anthyllideae 455.
Anthyllis 455.
Antiaris 412.
Antipoden 352.
Antirrhineae 390.
Antirrhinsäure 391.
Antirrhinum 390. 391.
Apera 369.
Apetalae 381. 407.
Apfelbaum 451.
Apfelsine 433.
Aphanocapsa 164.
Aphanocyclicae 417.
Aphelandra 392.
Apiocystis 164.
Apiol 442.
Apium 440. 443.
Apocyneae 383. 394.
Apogamie 294.
Aponogeton 408.
Apophyse 266.
Aporoxylon 337.
Aposeris 401.
Apostasiaceae 380.
Apothecien 220.
Apposition 15.
Aprikose 453.
Aquifoliaceae 383. 436.
Aquilegia 421.
Arabideae 424.
Arabin 19. 380. 428. 456. 458.
Arabis 424.
Araceae 365.
Arachis 456.
Aralia 438.
Araliaceae 385. 438.
Araucaria 339.
Araucariaceae 338.
Araucarieae 336. 337. 339.
Araucaroxylon 337.
Arbutin 406.
Archangelica 441. 442.
Archegonium 247. 253. 265. 290. 304. 309. 318. 333.
Archidium 274.
Archyrophorus 400.
Arctostaphylos 406.
Arcyria 174.
Ardisia 405.
Areca 367.
Arecanüsse 367.
Arenaria 416.
Arenaria 416.
Arillus 351.
Aristolochia 449. 450.
Aristolochieae 381. 449.
Aristolochin 449.
Armeria 405.
Arnica 399. 402.
Arnicin 402.
Arnoseris 401.
Aroideae 362. 365.
Aronia 451.
Aronicum 399.
Arrhenatherum 369. 371.
Arrow-root 376. 377. 437.
Artemisia 399. 400. 402.
Arthrosiphon 165.
Artischokke 402.
Artocarpeae 412.
Artocarpus 412.
Arum 365.
Aruncus 453.
Arundineae 370. 371.
Arundo 370. 371.
Arve 339.
Asa foetida 443.
Asareae 449.
Asarin 450.
Asarum 449.
Aschenbestandtheile 4. 18. 104.
Asclepiadeae 383. 395.
Asclepias 395.
Ascobolus 212. 213.
Ascogon 203.
Ascomycetes 196. 203.
Ascosporen 204.
Ascus 204.
Asparageae 374.
Asparagin 114. 430. 456.
Asparagus 375.
Aspergillus 206.
Asperifoliae 386.
Asperugo 386.
Asperula 396.
Aspicilia 223.
Aspidium 295. 297.
Asplenium 295. 297.
Assimilation 22. 109.
Aster 389. 399. 401.
Asterophyllites 320.
Astragaleae 455.

Astragalus 455. 456.
Astrantia 440.
Athamanta 441.
Athemhöhle 41.
Athmung 120.
Atome 15.
Atragene 420.
Atrichum 275.
Atriplex 414.
Atropa 387. 388.
Atropasäure 388.
Atropin 388.
Attalea 367.
Aulacomnion 275.
Aurantiaceae 433.
Auricularia 244.
Auricularini 244.
Aurikel 404.
Ausläufer 91.
Aussenkelch 342.
Austernpilz 245.
Auxosporen 177.
Avena 369. 371.
Avenaceae 369. 371.
Avignonkörner 436.
Axe 83.
Axenpflanzen 79.
Axillarspross 84.
Azalea 407.
Azolla 310.
Baccae Lauri 418.
Bacillariaceae 169. 176.
Bacillus 167.
Bacteriaceae 163. 166.
Bacterien 166.
Bacterium 167.
Bacomyceae 223.
Baeomyces 223.
Bärenklau 443.
Bärentraube 406.
Bärlappgewächse 320.
Bärlappsamen 323.
Balanophora 450.
Balanophoreae 450.
Baldriansäure 397.
Ballota 389.
Balsamifluae 444.
Balsamine 432.
Balsamineae 384. 431.
Balsamodendron 434.
Balsamum canadense 339.
— Copaivae 457.
— peruvianum 456.
— tolutanum 456.
Bambusa 372.
Bambuseae 372.
Bambusrohr 372.
Banane 378.
Bandgras 371.
Banksia 449.
Baphia 456.
Barbarea 424.
Barbula 275.
Barium 106.
Barosma 432.
Barosma-Campher 432.
Bartramia 275.
Bartsia 391.
Bartweizen 371.
Basalzellen 352.
Basidien 225.
Basidiomycetes 197. 225.
Basidiosporen 225.
Basilicum 390.
Bassia 405.
Bassorin 19. 61. 202. 222. 375. 380. 430. 431. 437. 456.
Bast 47. 50. 55. 59.
Bastfasern 47. 55.
Bastgefässe 55.
Bastparenchym 55.
Baststrahlen 57.
Bastzellen 55. 58.
Batatas 386.
Bataten 376. 386.
Batrachium 420.
Batrachospermum 202.
Bauchpilze 232.
Baumöl 393.
Baumwolle 430.
Baustoffe 112.
Bdellium 19.
Bedecktsamige 160.
Befruchtung 30. 196. 335. 354.
Beggiatoa 167.
Begonia 445.
Begoniaceae 445.
Beifuss 402.
Bellidiastrum 399.
Bellis 400. 401.
Benzoëharz 406.
Benzoësäure 367. 406. 456.
Benzoïn 405.
Berberideae 384. 418.
Berberin 419.
Berberis 418.
Berberitze 418.
Bergmehl 18. 178.
Bernstein 339.
Bernsteinsäure 402.
Berteroa 424.
Bertholletia 448.
Bertramwurzel 402.
Berula 440.
Besenhaide 406.
Besenstrauch 456.
Bestäubung 352.
Bestäubungseinrichtungen 352.
Beta 414.
Betelpfeffer 408.
Betonica 389.
Betula 408.
Betulaceae 381. 408.
Beulenbrand 231.
Bewegung des Plasmas 5.
Biatora 223.
Bicornes 406.
Biddulphieae 178.
Bidens 400.
Biebernelle 442.
Biegungselasticität 130.
Bierhefe 169.
Bignonia 392.
Bignoniaceae 392.
Bilateralität 146.
Bilsenkraut 388.
Birke 408.
Birkenreizker 245.
Birkentheer 409.
Birnbaum 451.
Biscutella 424.
Bitterklee 394.
Bixa 427.
Bixaceae 427.
Blasenstrauch 456.
Blasia 259.
Blatt 78. 92.
Blattdornen 97.
Blattformationen 96.
Blatthäutchen 97.
Blattnerven 94.
Blattparenchym 94.
Blattranken 97.
Blattspreite 95.
Blattspuren 94.
Blattstellung 97.
Blattstiel 95.
Blattverzweigungen 95.
Blätter, reizbare 151.
Blätterschwämme 245.
Blauholz 457.
Blechnum 295. 297.
Blindia 275.
Blitum 414.
Blüthe 91. 99. 331. 340. 353.
Blüthenblätter 96.
Blüthenformeln 361.
Blüthenhüllen 341.
Blüthenpflanzen 160. 330.
Blüthenstand 88.
Blumenkohl 425.

Blumenkrone 341.
Blutholz 457.
Blutung 126.
Blutwurz 452.
Blyttia 259.
Bockshornklee 456.
Boehmeria 411.
Bohne 457.
Bohnenkraut 390.
Bolbitius 245.
Boletus 244.
Boragineae 383. 386.
Boraginites 387.
Boraginoideae 386.
Borago 387.
Borassus 367.
Borke 48.
Boronia 433.
Boronieae 433.
Borretsch 387.
Bostryx 90.
Boswellia 434.
Botanyholz 457.
Botrychium 306.
Botrytis 211. 212.
Bovista 234.
Brachypodium 371.
Brachythecium 277.
Brätling 245.
Bragantieae 449.
Brandpilze 229.
Brasilienholz 457.
Brasilin 457.
Brassica 425.
Brassiceae 425.
Braunkohl 425.
Brauntange 193.
Brayera 452.
Brechnüsse 394.
Brechwurzel 396.
Brennhaare 45.
Brennreizker 245.
Brenzcatechin 457.
Bridelieae 437.
Briza 370. 371.
Brodfruchtbaum 412.
Brom 106.
Brombeere 452.
Bromelia 377.
Bromeliaceae 377.
Bromus 370. 371.
Broussonetia 412.
Brucin 394.
Brunnenkresse 425.
Brutbecher 257.
Brutknollen 261.
Brutknospen 90. 157. 256. 263. 322.
Brutschüppchen 257.
Brutzellen 157. 257.
Bryaceae 270. 275.
Bryinae 274.
Bryonia 404.
Bryophyllum 443.
Bryopogon 223.
Bryopsis 183.
Bryum 275.
Buccoblätter 432.
Buche 409.
Bucheckern 409.
Buchweizen 414.
Buettneriaceae 429.
Bulbochaete 187.
Bulbus Colchici 375.
— Scillae 375.
Bulgaria 213.
Bulgariaceae 213.
Bulliarda 443.
Buniadeae 425.
Bunias 425.
Buphthalmum 400.
Bupleurum 440.
Burmanniaceae 380.
Burseraceae 434.
Burzeldorn 432.
Buttersäure 457.
Butomaceae 362.
Butomoideae 364.
Butomus 364.
Buxaceae 437.
Buxbaumia 275.
Buxbaumiaceae 275.
Buxus 437.
Byssacei 222.
Cabanholz 456.
Cabombeae 422.
Cacao 429.
Cacaobutter 429.
Cacaoroth 429.
Cactaceae 446.
Caelebogyne 437.
Caeoma 228. 229.
Caesalpinia 457.
Caesalpiniaceae 457.
Cajeputöl 448.
Cakile 424.
Cakilineae 424.
Calabarbohne 457.
Caladium 365.
Calamagrostis 369.
Calamarieen 319.
Calamintha 389.
Calamites 319.
Calamocladus 320.
Calamostachys 320.
Calamus 367.
Calceolaria 391.
Calcium 105.
Calendula 400. 402.
Calepina 425.
Calla 366.
Calliopsis 401.
Callistephus 401.
Callitriche 438.
Callitrichiaceae 381. 438.
Callitris 338.
Calloria 213.
Calluna 406.
Calocasia 365.
Calocera 243.
Calocladia 206.
Calosphaeria 211.
Caltha 421.
Calycanthaceae 420.
Calycanthus 420.
Calycereae 402.
Calycieae 223.
Calyciflorae 438.
Calycium 223.
Calypheae 437.
Calypogeia 259.
Calyptra 266.
Calyptrogen 77.
Calyx 341.
Cambiform 55.
Cambium 35. 51. 73.
Camelina 424. 425.
Camelineae 424.
Camellia 428.
Campanula 403.
Campanulaceae 382. 402.
Campanulinae 402.
Campecheholz 457.
Camphora 418.
Campylopus 275.
Campylospermeae 439. 442.
Canadabalsam 339.
Canariengras 371.
Canariensame 371.
Canna 377.
Cannabin 412.
Cannabineae 382. 412.
Cannabis 412.
Cantharellus 245.
Capillitium 173. 233.
Capitulum 89.
Capparideae 425.
Capparis 425.
Caprifoliaceae 382. 396.
Capsella 424.
Capsicum 388.
Caragana 455. 456.
Caraghen 202.
Cardamine 424.
Cardamomum 378.

Cardobenedictenkraut 402.
Carduus 399.
Carex 372.
Carica 445.
Caricae 412.
Cariceae 372.
Carlina 398. 402.
Carludovica 366.
Carpelle 348.
Carpesium 400.
Carpineae 409.
Carpinus 409.
Carpoboli 234.
Carpogonium 196.
Carposporeae 162. 196.
Carthamus 402.
Carum 440. 442.
Carya 410.
Caryophyllaceae 384. 415.
Caryophylli 448.
Caryophyllin 448.
Caryophyllus 448.
Caryota 367.
Cascarillarinde 437.
Cascarillin 437.
Cassia 457.
— caryophyllata 418.
— cinnamomea 418.
Cassytha 418.
Cassytheae 418.
Castanea 409.
Casuarineae 410.
Catabrosa 370.
Catalpa 392.
Catechu 396. 458.
Catechugerbsäure 458.
Catechusäure 458.
Cathartin 457.
Cathartinsäure 457.
Cathartomannit 457.
Caucalineae 442.
Caucalis 442.
Caulerpa 246.
Caulerpeen 183.
Caulerpites 246.
Ceder 339.
Cedrela 433.
Cedrelaceae 433.
Cedroxylon 337.
Cedrus 339.
Celastrineae 384. 435.
Celastrus 435.
Cellulose 9. 14. 16. 18. 24.
Cellulosemembran 9.
Celosia 415.
Celtidoideae 412.
Celtis 412.
Cenangium 213.
Centaurea 400.
Centaurin 394.
Centifolie 452.
Centralzelle d. Sporangiums 285.
Centrifugalkraft 145.
Centrolepideae 373.
Centrospermeae 413.
Centunculus 404.
Cephaëlis 396.
Cephalanthera 380.
Cephalaria 397.
Ceramiaceae 202.
Ceramium 202.
Ceratocephalus 420.
Ceratodon 275.
Ceratonia 457.
Ceratophylleae 382. 413.
Ceratophyllum 413.
Cerastium 416.
Ceratostoma 211.
Cerbera 395.
Cercis 457.
Cereus 446.
Cerinthe 387.
Ceroxylon 367.
Cestrum 387.
Ceterach 297.
Cetraria 222. 223.
Cetrarsäure 222.
Ceylonmoos 202.
Chaerophyllum 442.
Chaetocladiaceen 180.
Chaetocladium 180.
Chaetophora 188.
Chaetophoreen 188.
Chaiturus 389.
Chalaza 351.
Chamaeorchis 379.
Chamagrostis 369.
Champignon 245.
Chara 189. 192. 246.
Characeae 181. 188.
Chareae 192.
Chavica 407.
Cheilanthes 297.
Cheiranthus 424. 425.
Chelerythrin 422.
Chelidonin 422.
Chelidonsäure 422.
Chelidonium 422.
Chelidoxanthin 422.
Chenopodiaceae 382. 414.
Chenopodium 414.
Chinarinde 396.
Chinin 396.
Chinovasäure 452.
Chlamydomonas 170.
Chlor 106.
Chlora 394.
Chloranthaceae 408.
Chloranthus 408.
Chlorideae 369. 371.
Chlorophyll 5. 20. 22.
Chlorophyllfarbstoff 20.
Chlorophyllkörper 20.
Chlorophyllmodificationen 21.
Chlorophyllophyceae 163.
Chlorophyllspectrum 20.
Chocolade 429.
Choiromyces 225.
Chondrilla 401.
Chondrites 246.
Chondrus 202.
Chordaria 194.
Chordarieae 194.
Choripetalae 383. 407.
Chroococcaceae 163. 164. 215.
Chroococcus 164.
Chroolepideen 215.
Chrysanthemum 400. 402.
Chrysobalaneae 453.
Chysobalanus 453.
Chrysodium 297.
Chrysomyxa 228. 229.
Chrysophan 413.
Chrysophansäure 222. 413. 457.
Chrysosplenium 444.
Chytridiaceen 180.
Chytridium 180.
Cibotium 299.
Cicendia 394.
Cicer 456. 457.
Cichorium 401. 402.
Cicinnobolus 206.
Cicinnus 89.
Cicuta 440. 443.
Cilien 7.
Cimicifuga 421.
Cinchona 396.
Cinchoneae 396.
Cinchonin 396.
Cinclidotus 275.
Cineraria 400. 402.
Cinnameïn 456.
Cinnamomum 418.
Cinnamomum acutum 418.
Circaea 446.
Circaeeae 446.
Cirsium 399.
Cistaceae 437.
Cistiflorae 426.

Cistineae 384.
Cistus 427.
Citronat 433.
Citrone 433.
Citronensäure 406. 452. 457.
Citrullus 404.
Citrus 433.
Cladium 372.
Cladonia 222. 223.
Cladoniaceae 223.
Cladophora 188.
Cladosporium 211.
Clarkia 446.
Clathrus 234.
Clavaria 244.
Clavariacei 243.
Claviceps 207. 211.
Clavija 405.
Clematideae 420.
Clematis 420. 421.
Cleistocarpae 270. 274.
Climacium 277.
Clinopodium 389.
Clivia 375.
Closterium 176.
Clusiaceae 428.
Clypeola 425.
Cnicin 402.
Cnicus 402.
Cnidium 440.
Cobaea 386.
Coca 434.
Cocconeideae 178.
Cocculus 419.
Cochlearia 424. 425.
Cocos 367.
Cocospalme 367.
Codonieae 259.
Coeloblasteae 181. 182.
Coelospermeae 439. 442.
Coelosphaerium 164.
Coenobieae 181.
Coenobium 169.
Coenogonium 215. 222.
Coenosoreae 297.
Coffea 396.
Coffeae 396.
Coffeïn 396. 428. 434.
Colchicaceae 374.
Colchicin 375.
Colchicum 374. 375.
Coleanthus 369.
Coleochate 198.
Coleochaeteae 196. 197.
Coleorrhiza 82.
Coleosporium 228. 229.
Coleus 390.
Collema 215. 223.
Collemaceae 222. 223.
Collenchym 39. 46. 58.
Colleteren 45.
Colocynthides 404.
Colocynthin 404.
Coloquinthe 404.
Columbin 419.
Columbosäure 419.
Columbowurzel 419.
Columella 255. 268.
Columnea 391.
Columniferae 429.
Colutea 455. 456.
Comarum 452.
Combretaceae 447.
Commelina 373.
Commelinaceae 373.
Compositae 382. 398.
Compositi 211.
Conceptacula 194.
Conferva 188.
Confervaceae 188. 215. 246.
Conidien 157. 203.
Coniferae 336. 337.
Coniin 443.
Coniocybe 223.
Conioselinum 441.
Conjugatae 29. 169. 174.
Conjugation 29. 169.
Conium 442. 443.
Connectiv 343.
Contortae 394.
Convallaria 375.
Convolvulaceae 383. 385.
Convolvuleae 385.
Convolvulin 385.
Convolvulus 385.
Copaifera 457.
Copaivabalsam 457.
Copaivasäure 457.
Copal 457.
Copernicia 367.
Coprinus 245.
Coprophileae 211.
Copulation 169.
Corallina 202.
Corallineae 202.
Corallorrhiza 380.
Corchorus 429.
Cordiceps 211.
Cordyline 375.
Coriander 442. 443.
Coriandreae 442.
Coriandrum 442.
Corispermum 414.
Cormophyten 79.
Cornaceae 385. 438.
Cornicularia 222. 223.
Cornus 438.
Corolle 341.
Coronaria 417.
Coronilla 455.
Coronilleae 455.
Corpuscula 333.
Corrigiola 415.
Cortex Cascarillae 437.
— Cinchonae 396.
— Cinnamomi zeylanici 418.
— Frangulae 436.
— Fructus Aurantii 433.
— — Citri 433.
— Mezerei 449.
— Nucum Juglandis 410.
— Quassiae 433.
— Quercus 409.
— Radicis Granati 448.
— Winteranus 420.
Corticium 244.
Cortina 237.
Cortinarius 245.
Cortusa 403.
Corydalis 423.
Corylaceae 409.
Corylus 409.
Coryne 244.
Corynephorus 370.
Coscinodisceae 178.
Coscinodon 275.
Cosmarium 176.
Cotoneaster 451.
Cotula 399. 400.
Cotyledonen 375.
Coumarin 371. 396. 453. 456. 457.
Coussin 452.
Crambe 425.
Crassula 443.
Crassulaceae 385. 443.
Crataegus 451.
Craterellus 244.
Crepis 401.
Crocus 376.
Cronartium 228. 229.
Crotalaria 456.
Croton 437.
Crotoneae 437.
Crotonöl 437.
Crotonolsäure 437.
Crozophora 437.
Crucibulum 234.
Cruciferae 384. 423.
Cruciflorae 422.
Crypsis 369.
Cryptogamae 160. 161.
Cryptogamae vasculares 160. 277.

Cryptonemeae 202.
Cubeba 408.
Cubebae 408.
Cubebensäure 408.
Cubebin 408.
Cucubalus 416.
Cucumis 404.
Cucurbita 404.
Cucurbitaceae 383. 404.
Cunonieae 444.
Cuphea 448.
Cupressineae 336. 338.
Cupressoxylon 337.
Cupressus 338.
Cupuliferae 381. 409.
Curare 394.
Curcuma 378.
Curcumin 378.
Curvembryae 387.
Cuscuta 386.
Cuscuteae 383. 386.
Cusparieae 432.
Cuticula 17. 39.
Cuticularisirung 17. 39. 45.
Cuticularschichten 39.
Cutleria 194.
Cyanophyceae 163. 164. 166. 215.
Cyathea 299.
Cyatheaceae 279. 297.
Cycadeae 336.
Cycas 337.
Cyclamen 404. 405.
Cyclantheae 366.
Cyclus 98.
Cydonia 451.
Cylindrospermum 165.
Cymbelleae 178.
Cynanchum 395.
Cynara 402.
Cynodon 369.
Cynoglossum 386.
Cynomorium 450.
Cynodontium 275.
Cynosurus 370. 371.
Cypellosoreae 295.
Cyperaceae 362. 372.
Cyperus 372.
Cypresse 338.
Cypripedium 380.
Cyrtandreae 391.
Cystiden 240.
Cystocarp 201.
Cystococcus 184. 215.
Cystocoleus 215.
Cystolithen 14. 18.
Cystopteris 297.
Cystopus 186.
Cystoseira 246.
Cytineae 381. 450.
Cytinus 450.
Cytisus 454. 456.
Cytoblast 9.
Dachrohr 371.
Dacridium 338.
Dactyli 367.
Dactylis 370. 371.
Daedalea 244.
Dahlia 401.
Dalbergia 457.
Dalechampieae 437.
Dammara 339.
Dammarharz 339.
Danaea 300.
Danaeaceae 280.
Daphne 449.
Daphnin 449.
Dasya 202.
Dattelpalme 367.
Dattelpflaume 405.
Datura 387. 388.
Daturin 388.
Daucineae 442.
Daucus 442. 443.
Dauergewebe 36.
Dauermycelium 210.
Dauerzellen 35.
Davallia 295.
Deckelfrüchtler 274.
Dedoublement 100.
Degradation der Zellwand 19.
Dehnbarkeit 130.
Delesseria 202. 246.
Delphinium 421.
Dentaria 424.
Dermatogen 70.
Desmidiaceae 169. 175.
Desmidium 176.
Desmodium 456.
Desorganisation der Zellwand 19.
Deutzia 444.
Dextrin 24. 25.
Dhurra 371.
Diacalpe 307.
Diandrae 393.
Diagramm 98.
Dialysoreae 297.
Dianthus 416. 417.
Diatomaceae 176.
Diatomin 178.
Dicentra 423.
Dichasium 87. 89.
Dichelima 277.
Dichogamen 353.
Dichotomen 320.
Dichotomie 86. 87. 88.
Dickenwachsthum der Dicotyledonen 72.
— der Membran 11.
— — Monocotyledonen 72.
— — Wurzeln 77.
Dickfuss 245.
Dicksonia 299.
Diclytra 423.
Dicotyledones 160. 355. 380.
Dicranella 275.
Dicranum 275.
Dictamnus 432.
Dictyopterideen 294.
Dictyosiphon 194.
Dictyosphaerium 164.
Dictyota 195.
Dictyoteae 194.
Dicypellium 418.
Diervillea 397.
Diffusionsbewegung der Gase 128.
Digestionsdrüsen 118.
Digitaleïn 391.
Digitalin 391.
Digitalis 390. 391.
Digitalium 391.
Digitalsäure 391.
Dill 443.
Dilleniaceae 428.
Dilophospora 211.
Dinkel 371.
Dionaea 426.
Dioon 337.
Discelium 275.
Dioscorea 376.
Dioscoreae 362. 376.
Diosmeae 432.
Diospyrinae 405.
Diospyros 405.
Diphyscium 275.
Diplecolobeae 423. 425.
Diplomitrieae 259.
Diplotaxis 425.
Dipsaceae 382. 397.
Dipsacus 397. 398.
Diptam 432.
Dipterix 457.
Dipterocarpeae 429.
Discomycetes 197. 212. 220. 222. 223.
Distichiaceae 274.
Distichium 274.
Divergenz der Blätter 97.
Dividivi 457.
Dolde 87. 89.
Dolichos 457.

Doppeltüpfel 12.
Dornen 91. 97.
Dorema 443.
Doronicum 399.
Dorycnium 455.
Draba 424.
Dracaena 375.
Drachenbaum 375.
Drachenblut 367.
Dracocephalum 389.
Draparnaldia 188.
Drehling 245.
Drimys 420.
Drosera 426.
Droseraceae 384. 426.
Drüsen 62.
Drüsenhaare 45.
Dryadeae 452.
Dryas 452.
Dudresnaya 202.
Dulcamarin 388.
Dumontia 202.
Dumontieae 202.
Dunkelstarre 156.
Ebenaceae 405.
Ebenholz 405.
Eberesche 451.
Eberwurz 402.
Ecbalium 404.
Ecbolin 211.
Echeveria 443.
Echinocactus 446.
Echinops 398.
Echium 387.
Ectocarpeae 194.
Ectocarpus 194.
Ectosporen 225.
Edeltanne 339.
Ehrenpreis 391.
Ehretioideae 386.
Eibe 337.
Eibisch 430.
Eiche 409.
Eichhase 244.
Eierschwamm 245.
Eiknospe 189.
Einkorn 371.
Einlagerung 14.
Einsamenlappige 160.
Eisen 105.
Eisenholz 405. 448.
Eisenhut 421.
Eiskräuter 417.
Eiweiss der Samen 333. 359.
Eiweisskörper 4. 114.
Ei, Eizelle 158. 330. 352.
Elaeagneae 382. 449.
Elaeagnus 449.
Elaïs 367.
Elaphomyces 225.
Elaphrinum 434.
Elasticität 130.
Elateren 256. 318.
Elatine 428.
Elatinaceae 384. 428.
Electricität 7.
Elemi 434.
Elephantenläuse 434.
Elettaria 378.
Eleusine 371.
Eleutheropetalae 383. 407.
Elfenbeinnuss 367.
Elfenbeinschwamm 245.
Ellagsäure 452.
Elodea 364.
Elsholtzia 389.
Elymus 371.
Embryo 159. 266. 291. 309. 318. 325. 328. 335. 355.
Embryosack 330. 333. 352.
Embryoträger 327. 330. 355.
Emergenzen 102.
Emetin 396.
Emmer 371.
Empetreae 438.
Empetrum 438.
Empleurum 432.
Empusa 231.
Emulsin 453.
Enantioblastae 373.
Encalypta 275.
Encephalartos 337.
Enchylium 215.
Endivie 402.
Endknospe 83. 90.
Endocarpeae 223.
Endocarpon 223.
Endophyllum 228. 229.
Endosperm 32. 327. 330. 333. 359.
Endosporen 204.
Endothecium 267.
Engelwurz 442.
Enteromorpha 188.
Entomophthora 231.
Entomophthoreen 231.
Enzian 394.
Epacrideae 406.
Ephebe 215. 222.
Ephedra 340.
Ephemerum 274.
Epheu 438.
Epichloë 211.
Epidermis 38.
Epilobium 446.
Epimedium 418.
Epinastie 146.
Epipactis 380.
Epiphragma 270.
Epiphyllum 446.
Epiplasma 30.
Epipogon 379.
Episporium 309. 311.
Equisetaceae 314.
Equisetinae 278. 314.
Equisetites 319.
Equisetum 314. 318.
Eragrostis 370.
Eranthemum 392.
Eranthis 421.
Erbse 457.
Erbsenstrauch 456.
Erdbeere 452.
Erdeichel 456.
Erdkohlrabi 425.
Erdkrebs 246.
Erdnuss 456.
Ergotin 211.
Ergotsäure 211.
Erica 406.
Ericaceae 383. 406.
Ericinon 406.
Ericolin 406.
Erigeron 399.
Eriocauloneae 373.
Eriophorum 372.
Eritrichium 387.
Ernährung der Pflanze 104.
Erneuerung der Zelle 28.
Erodium 430.
Erucastrum 425.
Ervum 456.
Eryngium 440.
Erysimum 424.
Erysiphe 206.
Erysiphei 197. 205.
Erythraea 394.
Erythrina 457.
Erythrocentaurin 394.
Erythroxyleae 434.
Erythroxylon 434.
Esche 393.
Eschscholtzia 422.
Esdragon 402.
Esparsette 456.
Esparto 371.
Essigbaum 434.
Essigrose 452.
Essigsäure 457.
Etiolement 139.
Etiolin 21.

Eucyclicae 430.
Eudorina 182.
Eugenia 448.
Eugenin 448.
Eulophia 380.
Eunotieae 178.
Eupatorium 398.
Euphorbia 437.
Euphorbiaceae 381. 436.
Euphorbieae 437.
Euphorbium 437.
Euphorbon 437.
Euphrasia 391.
Eurhynchium 277.
Eurotium 206.
Euterpe 367.
Evernia 223.
Evonymus 435.
Excipulum 222.
Excrete 26.
Exidia 232.
Exine 17. 346.
Exoascus 204.
Exobasidium 244.
Exosporium 17.
Exostemma 396.
Faba calabarica 457.
Fabronia 277.
Fabroniaceae 277.
Fadenapparat 352.
Fächerung der Zelle 31.
Färberginster 456.
Färberröthe 396.
Fäulnissbewohner 22. 117.
Fagaceae 409.
Fagus 409.
Fahnenhafer 371.
Falcaria 440.
Farne 280.
Farsetia 424.
Fasciculites 367.
Faulbaum 436.
Faulfrüchtler 274.
Fegatella 259.
Feige 92. 412. 446.
Fenchel 442. 443.
Fermentbacterien 167.
Fernambukholz 457.
Ferula 443.
Ferulasäure 443.
Festuca 370. 371.
Festucaceae 370. 371.
Fette 9. 35. 61. 109.
Feuerbohne 457.
Feuerschwamm 244.
Fibrovasalbündel 50.
Fibrovasalstränge 50.
— gemeinsame 94.
Fibrovasalstränge, stammeigene 94.
— der Wurzeln 56.
Ficaria 420.
Fichte 339.
Fichtenharz 339.
Fichtennadelrost 229.
Fichtenspargel 407.
Ficoideae 417.
Ficus 412.
Fieberklee 394.
Fieberrindenbäume 396.
Filago 399.
Filament 343.
Filices 279. 280.
Filicinae 278. 279.
Filixsäure 297.
Filzgewebe 34.
Fingerhut 391.
Fioringras 371.
Fissidens 274.
Fissidenteae 274.
Flabellaria 367.
Flachs 375. 431.
Flächenwachsthum der Zellhaut 10.
Flaschenkürbis 404.
Flechten 214. 216. 246.
Fliegenpilz 246.
Flohsamen 393.
Flores Arnicae 402.
— Aurantii 433.
— Chamomillae 402.
— Cynae levantici 402.
— Kusso 452.
— Malvae arboreae 430.
— — vulgaris 430.
— Millefolii 402.
— Primulae 404.
— Rhoeados 422.
— Rosae 452.
— Rosarum pallidarum 452.
— Sambuci 397.
— Tiliae 429.
— Verbasci 391.
Florideen 196. 199. 246.
Florideengrün 21.
Florideenroth 21.
Flugbrand 231.
Flughafer 371.
Foeniculum 441. 442.
Folgemeristem 35.
Folia Althaeae 430.
— Bucco 432.
— Digitalis 391.
— Farfarae 401.
— Juglandis 410.
— Laurocerasi 453.
Folia Malvae 430.
— Rutae 432.
— Sennae 457.
— Toxicodendri 434.
— Trifolii fibrini 394.
— Uvae ursi 406.
Fontinalaceae 277.
Fontinalis 277.
Fortpflanzung 156.
Fossombronia 259.
Fragaria 452.
Fragilarieae 178.
Francoaceae 444.
Frangulin 436.
Frangulinae 435.
Frankeniaceae 427.
Fraxinoideae 393.
Fraxinus 393.
Fritillaria 374. 375.
Frucht 360.
Fruchtblätter 96. 348.
Fruchtknoten 347.
Fruchtlager 210. 240.
Fruchtträger 210.
Fructus Anisi stellati 419.
— — vulgaris 442.
— Aurantii immaturus 433.
— Cannabis 412.
— Cardamomi 378.
— Carvi 442.
— Ceratoniae 457.
— Coriandri 442.
— Foeniculi 442.
— Juniperi 338.
— Myrtilli 406.
— Petroselini 442.
— Phellandrii 442.
— Rhamni catharticae 436.
— Rubi Idaei 452.
— Sabadillae 375.
— Vanillae 380.
Frühjahrsholz 74.
Frullania 259.
Frustulia 177.
Fucaceae 193. 196. 246.
Fuchsia 446.
Fuchsschwanz 415.
Fuchsschwanzgras 371.
Fucodium 194.
Fucoideae 181. 192.
Fucoides 246.
Fucus 194. 246.
Fucus amylaceus 202.
Füllgewebe 49. 59. 70.
Fuligo 174.
Fumago 211.
Fumaria 423.

Fumariaceae 384. 422.
Fumarieae 422.
Funaria 275.
Funariaceae 275.
Fungus Chirurgorum 234.
— igniarius 244.
— Laricis 244.
— Sambuci 232.
Funiculus 351.
Furcellaria 202.
Fussstück d. Zweiges 85.
Futterwicke 457.
Gabelung 86.
Gagea 374.
Gagel 410.
Galactodendron 412.
Galanthus 375.
Galbanum 443.
Galega 455.
Galegeae 455.
Galeobdolon 389.
Galeopsis 388. 390.
Galinsoga 400.
Galipea 432.
Galium 396.
Gallae 409.
Galläpfel 409.
— chinesische 434.
Gallertflechten 215. 216.
Gallertmembranen 16.
Gallertpilze 231.
Gallusgerbsäure 409.
Gallussäure 409.
Gamopetalae 382. 385.
Garcinia 428. 429.
Gartenkohl 425.
Gartenthymian 390.
Gasbewegung 127.
Gasteromycetes 197. 232.
Gaura 446.
Geaster 234.
Geastrideï 234.
Gefässbündel 50.
— collaterale 52.
— concentrische 52.
— gemeinsame 94.
— geschlossene 50.
— offene 51.
— stammeigene 94.
Gefässe 52.
Gefässkryptogamen 71. 160. 277.
Gehülfinnen der Eizelle 352.
Geisblatt 397.
Gelbwurzel 378.
Gelidieae 202.
Gelidium 202.
Gemmae Populi 411.
Gemmen 179.
Generationswechsel 159.
Genista 454. 456.
Genisteae 454.
Gentiana 394.
Gentianeae 383. 394.
Gentianin 394.
Gentianoideae 394.
Gentisin 394.
Geocalyceae 259.
Geocalyx 259.
Geoglossum 214.
Georgine 401.
Geotropismus 141.
Geraniaceae 384. 430.
Geranium 430.
Gerbsäure 402.
Gerbstoff 27. 62. 401. 409. 410. 429.
Gerbstoffschläuche 62.
Germer 375.
Gerste 371.
Gesneraceae 391.
Gesnereae 391.
Getreiderost 205.
Geum 452.
Gewebe 34.
— leitendes 349.
Gewebespannung 131.
Gewürznelken 448.
Giftlattich 402.
Giftreizker 245.
Giftsumach 434.
Gigartina 202.
Gigartineae 202.
Gingko 338.
Ginster 456.
Gladiolus 376.
Glandulae Rottlerae 437.
Glaucium 422.
Glaux 404.
Gleba 232.
Glechoma 389.
Gleichenia 295. 299.
Gleicheniaceae 279. 299.
Glied, hypocotyles 357.
Glieder d. Pflanze 78. 100.
Globoide 8.
Globularia 392.
Globulariaceae 382. 392.
Glochiden 310.
Glockenblume 403.
Glockenhaide 406.
Gloeocapsa 164. 215.
Gloeocystis 164.
Gloeothece 165.
Gloxinia 391.
Glumaceae 367.
Glyceria 370.
Glycyrrhiza 455. 456.
Glycyrrhizin 456.
Gnaphalium 399.
Gnetaceae 336. 340.
Gnetum 340.
Gnomonia 211.
Godetia 446.
Goldfussia 392.
Goldknöpfchen 421.
Goldlack 425.
Goldregen 456.
Gommer 371.
Gomphidius 245.
Gomphonemeae 178.
Gonidien 215.
Goodeniaceae 403.
Goodyera 380.
Gossypium 430.
Gottesgerichtsbohne 457.
Gottesgnadenkraut 391.
Gracilaria 202.
Gräser 367.
Gramineae 362. 367.
Granatapfel 448.
Granatgerbsäure 448.
Granulose 24.
Graphideen 215. 223.
Graphis 223.
Grasrost 228.
Gratiola 390. 391.
Gratiolin 391.
Gratiosolin 391.
Grevillea 449.
Griffel 349.
Griffelcanal 349.
Griffelsäule 344.
Grimmia 275.
Grimmiaceae 275.
Grossulariaceae 444.
Grünfäule 244.
Grünkohl 425.
Gruinales 430.
Grundgewebe 57.
Grundspirale 98.
Guajacin 432.
Guajacum 432.
Guajaksäure 432.
Guajavae 448.
Guarana 434.
Gummi 19. 45. 61. 62. 371.
Gummi arabicum 19. 458.
Gummibaum 412.
Gummigänge 37. 38. 62.
Gummigutt 427. 428.
Gummiharze 19.
Gummiharzschläuche 61.
Gummi Senegal 19. 458.
Gunnera 447.
Gunneraceae 447.

Gurke 404.
Guttapercha 405.
Gymnadenia 379. 380.
Gymnema 395.
Gymnoasci 196. 204.
Gymnoascus 204.
Gymnogramme 297.
Gymnomitrieae 260.
Gymnomitrium 260.
Gymnospermae 160. 331.
Gymnosporangium 228. 229.
Gymnostomum 275.
Gynaeceum 347.
Gynandrae 378.
Gynerium 371.
Gynophorum 344.
Gynostemium 344.
Gypsophila 416. 417.
Gyrophora 223.
Haare 43. 78.
Habenaria 379. 380.
Habichtschwamm 244.
Hacquetia 440.
Haematoxylin 457.
Haematoxylon 457.
Haemodoraceae 376.
Hafer 371.
Haferstärke 24.
Haftfasern 216.
Hagebutte 452.
Hagenia 452.
Hahnenkamm 415.
Haidekraut 406.
Hainbuche 409.
Halbgräser 372.
Halianthus 416.
Halimus 414.
Hallimasch 246.
Halorrhagideae 447.
Hamamelideae 444.
Hamamelis 444.
Hanf 412.
Hanftod 392.
Hanfwürger 392.
Haplolaeneae 259.
Haplomitricae 259.
Haplomitrium 259.
Hartriegel 438.
Harze 19. 45. 61. 62.
Harzgänge 37. 62.
Harzschläuche 61.
Harzsticken 246.
Harzüberfülle 246.
Haschisch 412.
Haselnuss 409.
Haselwurz 449.
Haube 266.
Hauhechel 456.
Hauptwand 64.
Hausschwamm 244.
Haustorien 117.
Hautbildungsgewebe 70.
Hautgewebe 38.
Hautpilze 235.
Hautschicht 5.
Hedera 438.
Hedwigia 275.
Hedysareae 455.
Hedysaroideae 455.
Hedysarum 455. 456.
Hefepilze 168.
Heidelbeere 406.
Helenin 401.
Helianthemum 427.
Helianthus 400. 401.
Helichrysum 399. 402.
Heliotropismus 140.
Heliotropites 387.
Heliotropium 386.
Helleboreae 421.
Helleboreïn 421.
Helleborin 421.
Helleborus 421.
Helminthia 401.
Helminthochorton 202.
Helobiae 363.
Helosciadium 440.
Helvella 214.
Helvellaceae 214.
Hemerocallis 375.
Hemiseuma 258.
Hemitelia 299.
Hemitrichia 174.
Hepatica 421.
Hepaticae 248. 249.
Heracleum 441. 443.
Herba Absinthii 402.
— Aconiti 421.
— Belladonnae 388.
— Cannabis indicae 412.
— Cardui benedicti 402.
— Centaurii 394.
— Chelidonii 422.
— Chenopodii ambrosioidis 414.
— Cochleariae 425.
— Conii maculati 443.
— Gratiolae 391.
— Hyoscyami 388.
— Jaceae 426.
— Lactucae virosae 402.
— Linariae 391.
— Lobeliae 403.
— Meliloti 456.
— Millefolii 402.
— Nicotianae 388.
— Polygalae amarae 435.
Herba Pulsatillae 421.
— Spilanthis 401.
— Stramonii 388.
— Violae tricoloris 426.
Herbstholz 74.
Herbstzeitlose 375.
Herminium 379.
Herniaria 415.
Hesperidin 26. 433.
Hesperis 424. 425.
Heterostylie 354.
Hexenmehl 323.
Hexenpilz 245.
Hibiscus 430.
Hickoryholz 410.
Hieracium 401.
Hierochloa 368. 371.
Hildenbrandtia 202.
Himanthalia 194.
Himantoglossum 379.
Himbeere 452.
Hippocastaneae 384.
Hippochaete 319.
Hippocrateaceae 435.
Hippocrepis 455.
Hippomane 437.
Hippomaneae 437.
Hippophaë 449.
Hippurideae 381. 447.
Hippuris 447.
Hirneola 231.
Hirschschwamm 244.
Hirse 371.
Hirsebrand 231.
Hochblätter 96.
Hohlzahn 390.
Holcus 370. 371.
Holosteum 416.
Holz 50. 52.
Holzgefässe 52.
Holzparenchym 54.
Holzprosenchym 53.
Holzstrahlen 57.
Holzzellen 17. 53.
Homalia 277.
Homalothecium 277.
Honiggras 371.
Honigthau 210.
Honkeneya 416.
Hookeriaceae 277.
Hopfen 412.
Hordeaceae 370. 371.
Hordeum 371.
Hormium 389.
Hornbaum 409.
Hornblatt 413.
Hortensie 444.
Hosta 375.
Hottonia 404.

Hoya 395.
Hülfsporenzellen 42.
Hüllgewebe 70.
Hüllkelch 342.
Hülse 436.
Huflattich 401.
Humulus 412.
Humusbewohner 117.
Hundspetersilie 443.
Hundsruthe 450.
Hungerzwetschen 204.
Hutchinsia 424.
Hutpilze 236.
Hyacinthus 374. 375.
Hydneï 244.
Hydnora 450.
Hydnum 244. 246.
Hydrangea 444.
Hydrangeae 444.
Hydrilla 364.
Hydrilleae 364.
Hydrocarya 446.
Hydrocharideae 362. 363.
Hydrocharis 364.
Hydrocoleaceae 386.
Hydrocotyle 439.
Hydrocotyleae 439.
Hydrodictyeae 169. 170.
Hydrodictyon 171.
Hydrophyllaceae 386.
Hygrophorus 245.
Hylocomium 277.
Hymenaea 457.
Hymenium 210. 240.
Hymenogastreï 234.
Hymenomycetes 197. 235. 246.
Hymenophyllaceae 279. 295.
Hymenophyllum 295.
Hyoscyamin 388.
Hyoscyamus 387.
Hypanthium 451.
Hypecoeae 422.
Hypecoum 422.
Hypericaceae 384. 427.
Hypericineae 384.
Hypericum 427.
Hyphen 210.
Hypnaceae 277.
Hypnum 277.
Hypochnus 244.
Hypochoeris 400.
Hypoderm 39. 46. 58.
Hypoderma 213.
Hypodermier 229.
Hyponastie 146.
Hypophyse 357.
Hypopityaceae 407.
Hypothecium 222.
Hypoxideae 376.
Hypoxylon 211.
Hyssopus 389.
Hysterium 213.
Hysterophyta 450.
Jacaranda 392.
Jacarandaholz 392.
Jahresringe 74.
Jania 202.
Jasmin 444.
Jasmineae 393.
Jasione 403.
Jateorrhiza 419.
Jatropha 437.
Iberis 424.
Icica 434.
Jeanpaulia 314.
Jecorarieae 258.
Jerichorose 425.
Jervin 375.
Jesuitenthee 414.
Igasurin 394.
Ignatia 394.
Ignatiusbohnen 394.
Ilex 436.
Ilicineae 436.
Illecebrum 415.
Illicieae 419.
Illicium 419.
Imbibition 130. 132. 135.
Imbricaria 223.
Immergrün 395.
Immortelle 402.
Impatiens 432.
Imperatoria 441. 442.
Imperatorin 443.
Indigo 456.
Indigofera 456.
Indusium 282.
Inflorescenz 88.
Ingwer 378.
Inosit 391.
Insertionsfläche 94.
Integument 351.
Intercellulargänge 37. 61.
Intercellularräume 35. 37. 38. 41. 62. 71.
Intercellularsubstanz 17. 36.
Internodien 90.
Intine 346.
Intussusception 14.
Inula 399. 401.
Inulin 25. 26. 401. 402.
Jochspore 30.
Jod 106.
Johannisbeere 444.
Johannisbrodbaum 457.
Ipomoea 385.
Irideae 362. 376.
Iris 376.
Irpex 244.
Isaria 211.
Isatideae 424.
Isatis 424. 425.
Isnardia 446.
Isoëtaceae 320. 323.
Isoëtes 323.
Isonandra 405.
Isopyrum 421.
Isothecium 277.
Jubuleae 259.
Judasbaum 457.
Judendorn 436.
Juglandeae 381. 410
Juglans 410.
Juliflorae 407.
Juncaceae 362. 373.
Juncagineae 362. 364.
Juncus 373. 374.
Jungermannia 260.
Jungermanniaceae 257. 259.
Jungermannieae 260.
Jungfernschwamm 245.
Juniperin 338.
Juniperus 338.
Jurinea 399.
Jussieuae 446.
Justicia 392.
Jute 429. 456.
Kaempferid 378.
Kaffeebaum 396.
Kaiserling 246.
Kältestarre 156.
Kali, oxalsaures 431.
Kalium 105.
Kalk 4. 18. 27. 45. 60. 105.
Kallus 75.
Kalmus 366.
Kamala 437.
Kamille 402.
— römische 401.
Kamillensäure 402.
Kammgras 371.
Kampfer 418.
Kandelia 447.
Kappern 425.
Kapuzinerkresse 431.
Kapuzinerpilz 244.
Kartoffel 388.
— süsse 386.
Kartoffelkrankheit 187.
Kartoffelstärke 23. 25.
Kastanie 409.
Kaulfussia 279. 300.
Kautschuk 395. 412. 437.

Kautschukkörper 61.
Keimblätter 357.
Keimhäufchen 202.
Keimporen 227.
Keimsack 352.
Keimscheibe 256.
Keimung 112.
Kelch 341.
Kelchblätter 96.
Kellerhals 449.
Kentrophyllum 399.
Kerbel 443.
Kermesbeere 415.
Kernholz 74.
Kernkörperchen 9.
Kernpilze 207.
Kernwarze 351.
Kerria 453.
Keulenschwämme 243.
Kichererbse 457.
Kiefer 339.
Kieselerde 18. 45.
Kieselguhr 18. 178.
Kino 457.
Kinogerbsäure 457.
Kinoroth 457.
Kirsche 453.
Kirschgummi 19.
Kirschlorbeer 453.
Klatschmohn 422.
Klatschrosensäure 422.
Klee 456.
Kleekrebs 213.
Kleesalz 431.
Klette 402.
Knäuelgras 371.
Knautia 397.
Knieholz 339.
Knoblauch 375.
Knollen 91.
Knospen 90. 92.
Knospengrund 351.
Knospenkern 330. 351.
Knoten 90.
Kobalt 106.
Kochia 414.
Kodeïn 422.
Koeleria 370.
Köpfchen 89.
Königin der Nacht 446.
Kohl 425.
Kohlehydrate 22.
Kohlensäure 110. 111. 114.
Kohlenstoff 105.
Kohlrabi 425.
Kohlrübe 425.
Kokkelskörner 419.
Kokospflaume 453.
Kolben 88.
Kolbenhirse 371.
Kopfkohl 425.
Kopfsalat 402.
Korinthen 436.
Kork 17. 38. 47. 409.
Korkcambium 35. 48.
Korkeiche 409.
Kornelkirsche 438.
Krachmandeln 453.
Krähenaugen 394.
Krameria 457.
Krapp 396.
Krauseminze 390.
Kresse 425. 431.
Kreuzblume 435.
Kreuzdorn 436.
Krösling 245.
Krummholz 339.
Krustenflechten 217.
Kryptogamen 160. 161.
Krystalle 27.
Krystalloide 8.
Kümmel 442. 443.
Kürbis 404.
Kuhbaum 395. 412.
Kuhschelle 421.
Kupfer 106.
Kusso 452.
Labiatae 383. 388.
Labiatiflorae 388. 400.
Lackmus 222.
Lackmusflechte 222.
Lactarius 245.
Lactuca 401. 402.
Lactucasäure 402.
Lactucin 402.
Lactucon 402.
Ladanum 427.
Ladenbergia 396.
Längsspannung 133.
Lärche 339.
Lärchenrindenkrebs 214.
Lagenaria 404.
Lagerpflanzen 79. 160. 161.
Lambertsnuss 409.
Laminaria 195.
Laminarieae 195.
Lamium 389
Lampsana 401.
Langsdorffia 450.
Lantana 393.
Lappa 399. 402.
Lappula 386.
Lardizabaleae 419.
Laricin 244.
Larix 337. 339.
Laserpitium 442.
Lathraea 390.
Lathyrus 456. 457.
Laubblätter 96.
Laubflechten 216.
Laubhölzer 72.
Laubmoose 248. 260.
Lauraceae 417.
Laureae 418.
Laurin 418.
Laurostearin 418.
Laurus 418.
Lavandula 388. 390.
Lavatera 430.
Lebensbaum 338.
Lebermoose 248. 249.
Lecanora 222. 223.
Lecanoreae 223.
Lecidea 222. 223.
Lecideae 223.
Ledum 407.
Leersia 368.
Leguminosae 453.
Lejeunia 259.
Leimgewebe 46.
Leimzotten 45.
Lein 431.
Leindotter 425.
Leinkraut 391.
Leitbündel 50.
Lemanea 202.
Lemaneaceae 202.
Lemna 363.
Lemnaceae 362. 363.
Lens 456. 457.
Lentibulariaceae 383. 391.
Lenticellen 49.
Lentinus 245.
Lenzites 245. 246.
Leontodon 401.
Leonurus 389.
Lepidineae 424.
Lepidium 424. 425.
Lepidodendreae 329.
Lepidodendron 329.
Lepidophyllum 329.
Lepidostrobus 329.
Lepidozia 259.
Lepidozieae 259.
Lepigonum 416.
Leptogium 215. 223.
Leptopteris 300.
Leptotrichum 275.
Leptothrix 167.
Lescuraea 277.
Leskea 277.
Leskeaceae 277.
Leucadendron 449.
Leucanthemum 400.

Leucobryaceae 275.
Leucobryum 275.
Leucodon 277.
Leucojum 375.
Leucothoë 406.
Levisticum 441. 442.
Levkoje 425.
Libanotis 441.
Libriformfasern 54. 58.
Lichen islandicus 222.
— parietinus 222.
— pulmonarius 222.
Lichenes 197. 214.
Lichina 215. 222.
Lichinaceae 222.
Licht 7. 15. 22. 110. 114. 120. 121. 123. 127. 139. 149. 154.
Lichtnelke 417.
Liebesapfel 388.
Liebstöckel 442.
Lignum campechianum 457.
— Guajaci 432.
— Quassiae 433.
— Sassafras 418.
Ligula 97.
Ligulargebilde 97. 342.
Ligularia 399.
Liguliflorae 400.
Ligustrinae 393.
Ligustrum 393.
Liliaceae 362. 374.
Lilieae 374. 375.
Liliiflorae 373.
Lilium 374. 375.
Limette 433.
Limnanthemum 394.
Limodorum 379.
Limone 433.
Limosella 390.
Linaceae 384. 431.
Linaria 390. 391.
Linde 429.
Lindernia 390.
Linnaca 397.
Linosyris 398. 399.
Linse 457.
Linum 431.
Liparis 380.
Liquidambar 444.
Liriodendron 419.
Listera 380.
Lithium 106.
Lithospermum 387.
Littorella 393.
Loasaceae 445.
Lobelia 403.
Lobeliaceae 382. 403.
Lobeliasäure 403.
Lobelin 403.
Löcherschwamm 244.
Löffelkraut 425.
Löwenmaul 391.
Löwenzahn 402.
Loganiaceae 394.
Lohblüthe 174.
Lolium 371.
Lonicera 397.
Loniceroideae 397.
Lophocolea 260.
Lophodermium 219.
Loranthaceae 385. 450.
Loranthus 450.
Lorbeer 418.
Lorchel 214.
Lotoideae 454.
Lotosblume 422.
Lotus 455.
Luftcanäle 37.
Luftspalten 43.
Luftwurzeln 46.
Lunaria 424.
Lungenmoos 222.
Lunularia 259.
Lunularieae 259.
Lupine 456.
Lupinus 454. 456.
Lupulin 412.
Luzerne 456.
Luzula 373.
Lychnis 417.
Lycium 387. 388.
Lycogala 174.
Lycoperdacei 233.
Lycoperdon 234.
Lycopersicum 388.
Lycopodiaceae 320.
Lycopodinae 278. 320.
Lycopodites 323.
Lycopodium 320. 323.
Lycopsis 387.
Lycopus 388.
Lygeum 371.
Lygodium 295. 299.
Lysimachia 404.
Lythraceae 447.
Lythrarieae 384. 448.
Lythrum 448.
Maba 405.
Macis 419.
Maclura 412.
Macrocystis 195.
Madia 401.
Madotheca 259.
Maesa 405.
Magnesium 105.
Magnolia 419.
Magnoliaceae 419.
Magnolieae 419.
Mahagoni 433.
Mahonia 418.
Majanthemum 375.
Mairan 390.
Majoran 390.
Mais 371.
Maisbrand 231.
Maisstärke 23. 24.
Maischwamm 246.
Makrosporangium 307. 308. 310. 323. 326.
Makrosporen 171.
Makrostylosporen 203. 211.
Malachium 416.
Malaxis 380.
Mallotium 215. 223.
Malope 430.
Malpighiaceae 434.
Malva 430.
Malvaceae 384. 429.
Mamillaria 446.
Mammea 429.
Mammuthbaum 338.
Mandel 453.
Mangan 106.
Mangifera 434.
Manglesia 449.
Mango 434.
Mangold 414.
Mangroven 447.
Manihot 437.
Manilahanf 378.
Manna 222. 393.
Mannaesche 393.
Mannazucker 393.
Mannit 371. 393.
Manschinellbaum 437.
Maranta 377.
Marantaceae 377.
Marasmius 245.
Marattia 279. 300.
Marattiaceae 279. 300.
Marattiopsis 304.
Marchantia 258.
Marchantiaceae 257. 258.
Mariengras 371.
Mark 57. 71. 134.
Markkrone 73.
Markstrahlen 57.
Markverbindungen 72.
Maronen 409.
Marrubium 389.
Marsdenia 395.
Marsilia 310. 314.
Marsiliaceae 280. 310.
Marsilidium 314.

Masticin 434.
Mastigobryum 259.
Mastix 434.
Mastixsäure 434.
Maté 436.
Matricaria 400. 402.
Matthiola 425.
Maulbeerbaum 411.
Mauritia 367.
Mediane 97.
Medicago 455. 456.
Meesea 275.
Mehlthaupilze 205.
Meisterwurz 443.
Melaleuca 448.
Melampsora 228. 229.
Melampyrum 391.
Melandryum 416.
Melanophyceae 193.
Melanthaceae 362. 374.
Melanthieae 374. 375.
Melastomaceae 448.
Meliaceae 433.
Melica 370.
Melilotus 455. 456.
Melissa 389. 390.
Melittis 389.
Melocactus 446.
Melone 404.
Melonenbaum 445.
Melosireae 178.
Menispermaceae 418.
Menispermum 419.
Mentha 389. 390.
Menyantheae 394.
Menyanthes 394.
Menyanthin 394.
Mercurialis 437.
Meridieae 178.
Merismopoedia 164.
Meristem 35.
Merrettich 425.
Merulius 244
Mesembryanthemeae 417.
Mesembryanthemum 417.
Mesocarpeae 169. 175.
Mesophyll 59. 94.
Mespilus 451.
Metacopaivasäure 457.
Metastyrol 444.
Metrosideros 448.
Metroxylon 367.
Metzgeria 259.
Metzgerieae 259.
Meum 441.
Mibora 369.
Micrasterias 176.
Micrococcus 167.
Micromeria 390.
Microspora 188.
Microstylis 380.
Mikropyle 351.
Mikrosporangien 307. 308. 310. 323. 326.
Mikrosporen 171.
Mikrostylosporen 203. 211.
Milchgefässe 60.
Milchröhren 60.
Milchsaft 61.
Milchsaftgänge 37.
Milchzellen 60.
Milium 369.
Mimosa 458.
Mimosaceae 458.
Mimulus 391.
Mirabilis 415.
Mispel 451.
Mistel 450.
Mnium 275.
Möhre 443.
Mörkia 259.
Moehringia 416.
Moenchia 416.
Mohn 422.
Mohrenhirse 371.
Mohria 300.
Moleküle 14. 19. 23.
Molinia 370.
Monocotyledonen 71. 160. 358. 362.
Monopodium 85.
Monotropa 407.
Monotropeae 407.
Montia 417.
Moos, irländisches 202.
— isländisches 222.
Moosbeere 407.
Moose 160. 246.
Moraceae 381. 411.
Morchel 214.
Morchella 214.
Mordschwamm 245.
Morphin 422.
Mortierelleen 180.
Morus 411.
Mougeotia 175.
Mucor 178.
Mucorineae 169. 178.
Mulgedium 401.
Musa 378.
Musaceae 378.
Muscardine 211.
Muscari 374.
Musci 248. 260.
— frondosi 248.
Muscineen 160. 246.
Muskatblüthe 419.
Muskatnuss 419.
Musseron 245. 246.
Mutisia 400.
Mutterkorn 207. 211.
Mutternelken 448.
Mutterzellen 28.
Myagrum 424.
Mycelium 162.
— secundäres 240.
Mycoderma 169.
Myoporineae 392.
Myoporum 392.
Myosotis 387.
Myosurus 420.
Myrica 410.
Myricaceae 381. 410.
Myricaria 428.
Myriophyllum 447.
Myristica 419.
Myristicaceae 419.
Myrosin 425.
Myrosinsäure 425.
Myroxylon 456.
Myrrhen 19. 434.
Myrrhis 442.
Myrsine 405.
Myrsineae 405.
Myrtaceae 448.
Myrthe 448.
Myrtiflorae 446.
Myrtus 448.
Myxamöben 6. 30. 172.
Myxomycetes 169. 172.
Nachtkerze 446.
Nachtviole 425.
Nackthafer 371.
Nadelbräune 213.
—röthe 213.
—schütte 213.
Nährstoffe 104. 124.
— Aufnahme derselben 106.
Nagelschwamm 245.
Najadaceae 362. 363.
Najadoideae 363.
Najas 363.
Napellin 421.
Narbe 349.
Narceïn 422.
Narcissus 375.
Narcotin 422.
Nardus 369.
Narthecioideae 374.
Narthecium 374.
Nasturtium 424. 425.
Natrium 106.
Naviculeae 178.

Nebenblätter 96.
Nebenkrone 342.
Nebenproducte des Stoffwechsels 112.
Nebenwurzeln 83.
Nebenzellen der Spaltöffnungen 42.
Neckera 277.
Neckeraceae 277.
Nectarien 62. 354.
Nectria 212.
Nelke 417.
Nelkensäure 448.
Nelkenzimmt 418.
Nelumbieae 422.
Nelumbium 422.
Nemalieen 202.
Nemalion 202.
Neottia 380.
Nepalin 421.
Nepenthaceae 427.
Nepenthes 427.
Nepeta 389.
Nereocystis 195.
Nerium 395.
Neslia 424.
Nesseltuch 411.
Netzgefässe 13.
Neuropterideen 294.
Neuropteris 294.
Nicandra 388.
Nickel 106.
Nicotiana 387. 388.
Nicotianin 388.
Nicotin 388.
Nidularia 234.
Nidulariacei 234.
Niederblätter 96.
Nieswurz 421.
Nigella 421.
Nigritella 379.
Nitella 189. 192.
Nitelleae 192.
Nitzschieae 178.
Nonnea 387.
Nostoc 165. 258.
Nostocaceae 163. 165. 215.
Notorhizeae 423. 424.
Notosoreae 297.
Nucin 410.
Nucleus der Samenknospe 351.
— — Zelle 9.
Nucleoli 9.
Nuphar 422.
Nutation 146.
Nux moschata 419.
Nyctagineae 415.
Nyctalis 245.
Nymphaea 421.
Nymphaeaceae 383. 421.
Nymphaeinae 421.
Oberhaut 38. 39.
Oberkohlrabi 425.
Obione 414.
Obryzeae 222.
Obryzum 215. 222.
Ochrolechia 222. 223.
Ocimum 388. 390.
Octaviana 234.
Oedogoniaceae 181. 187.
Oedogonieae 181. 187.
Oedogonium 187.
Oel 25. 62.
Oelbaum 393.
Oeldrüsen 62.
Oelgänge 37. 62.
Oelkörper 25.
Oelpalme 367.
Oenanthe 441. 442.
Oenothera 446.
Oenothereae 446.
Olea 393.
Oleaceae 383. 393.
Oleander 395.
Oleoideae 393.
Olibanum 434.
Olivenöl 393.
Olpidium 180.
Omphalaria 215. 223.
Omphalarieae 223.
Omphalodes 386.
Onagraceae 446.
Onagrarieae 385.
Onagreae 446.
Onobrychis 455. 456.
Onoclea 297.
Ononid 456.
Ononin 456.
Ononis 455. 456.
Onopordum 398.
Onosma 387.
Oogonium 181.
Oospore 181.
Oosporeen 162. 180.
Opegrapha 223.
Ophioglossaceae 280. 304.
Ophioglossum 306.
Ophrys 379.
Opianin 422.
Opium 61. 422.
Opuntia 446.
Opuntinae 446.
Orange 433.
Orchideae 362. 378.
Orchis 379. 380.
Oreodoxa 367.
Organe 1. 78.
Origanum 390.
Orlaya 442.
Orlean 427.
Ornithogalum 374.
Ornithopus 455. 456.
Orobanche 391. 392.
Orobancheae 383. 391.
Orobus 456.
Orontieae 366.
Orseille 222.
Orthoploceae 423. 425.
Orthospermeae 439.
Orthostiche 97.
Orthothecium 277.
Orthotrichum 275.
Oryza 368. 371.
Oryzeae 368. 371.
Oscillaria 165.
Oscillariaceae 163. 165.
Osmunda 295. 300.
Osmundaceae 279. 300.
Ostericum 441.
Osyris 450.
Ouvirandra 363.
Ovarium 347.
Oxalideae 384. 431.
Oxalis 431.
Oxycoccus 407.
Oxytropis 455.
Paederota 390.
Paeonia 421.
Paeonieae 421.
Palaeospathe 367.
Paliurus 436.
Palisanderholz 392.
Pallisaden 240.
Pallisadenparenchym 35.
Palmacites 367.
Palmae 366.
Palmellaceae 163. 215.
Palmenkohl 367.
Palmenöl 367.
Palmenwein 367.
Palmyrapalme 367.
Paludella 275.
Pampasgras 371.
Panax 438.
Pandaneae 366.
Pandanus 366.
Pandorina 170.
Pandorineae 169. 170.
Paniceae 368. 371.
Panicoideae 368.
Panicula 89.
Panicum 368. 371.
Pannaria 215. 223.
Pantherschwamm 246.

Pantoffelblume 391.
Panus 245.
Papaver 422.
Papaveraceae 384. 422.
Papaverin 422.
Papayaceae 445.
Papiermaulbeerbaum 412.
Papilionaceae 385. 454.
Pappel 411.
Pappophoreae 370.
Paprika 388.
Papyrus 372.
Paradiesfeige 378.
Paradieskörner 378.
Paraguaythee 436.
Parakresse 401.
Paranüsse 448.
Paraphysen 210.
Parasiten 22. 117.
Parasolschwamm 246.
Parastichen 99.
Parelleflechte 222.
Parenchym 35.
Parietaria 411.
Paris 375.
Parmelia 223.
Parmeliaceae 223.
Parnassia 444.
Parnassieae 444.
Paronychia 415.
Paronychieae 415.
Parthenogenesis 159. 360.
Passerina 449.
Passiflora 445.
Passifloreae 445.
Passiflorinae 445.
Passionsblume 445.
Pasta Guarana 434.
Pastinaca 441. 443.
Pastinake 443.
Patellariaceae 213.
Paullinia 434.
Paulownia 391.
Paxillus 245.
Payta 457.
Pech 339.
Pecopterideen 294.
Pecopteris 294.
Pectin 457.
Pediastrum 170.
Pedicularis 391.
Pelargonium 430.
Pellia 259.
Peltideaceae 223.
Peltigera 215. 223.
Penicillaria 371.
Penicillium 224.
Pentsao 438.
Pentastemon 391.
Peplis 448.
Perianthium 253. 256.
Periblem 70.
Pericambium 56.
Perichaetium 253. 263.
Periderm 48.
Peridermium 228. 229.
Peridie 224. 227. 232.
Perigamium 263.
Perigon 341.
Perigonium 263.
Perigynium 263.
Periphysen 210.
Periploca 395.
Perisperm 359.
Peristom 268.
Perithecien 210. 220.
Perizonium 177.
Perlenschwamm 246.
Peronospora 186.
Peronosporeae 181. 185.
Persea 418.
Persica 453.
Perubalsam 456.
Perückenbaum 434.
Pertusaria 223.
Pertusarieae 223.
Petasites 400.
Petersilie 442. 443.
Petroselinum 440. 442.
Petunia 388.
Peucedaneae 441.
Peucedanum 441.
Peziza 212. 213.
Pezizeae 213.
Pfaffenhütchen 435.
Pfauengerste 371.
Pfeffer 407. 408.
— spanischer 388.
Pfefferminze 390.
Pfeilgift 394.
Pfeilwurzel 377.
Pfirsich 453.
Pflanzen, axenlose 79.
— fleischverdauende 118.
— insektenfressende 118.
Pflaume 453.
Phacidiacei 213.
Phacidium 213.
Phaeoretin 413.
Phaeosporeae 194. 196.
Phalarideae 368. 371.
Phalaris 368. 371.
Phalloidei 234.
Phallus 234.
Phanerogamen 160. 330.
Pharbitis 385.
Phascaceae 270.
Phascum 274.
Phaseoleae 456.
Phaseoloideae 456.
Phaseolus 456. 457.
Phegopteris 297.
Phelipaea 391. 392.
Phelloderm 48.
Phellogen 35. 48.
Philadelpheae 444.
Philadelphus 444.
Philodendron 366.
Philonotis 275.
Phleum 369. 371.
Phloëm 50. 55. 59.
Phloëmstrahlen 57.
Phlomis 389.
Phlox 386.
Phoenix 367.
Phormidium 165.
Phormium 375.
Phosphor 105.
Phragmidium 228. 229.
Phragmitis 370. 371.
Phycochrom 164.
Phycocyan 164.
Phycoerythrin 21.
Phycophaeïn 192.
Phyllactinia 206.
Phyllantheae 437.
Phyllanthus 437.
Phyllirea 393.
Phylliscium 215.
Phyllocactus 446.
Phyllocladus 338.
Phylloglossum 320. 323.
Phyllolobae 454.
Physalis 387.
Physcia 222. 223.
Physcomitrium 275.
Physocalymna 448.
Physostigma 457.
Physostigmin 457.
Phytelephas 367.
Phyteuma 403.
Phytolacca 415.
Phytolaccaceae 415.
Phytophthora 186.
Piassava 367.
Picea 339.
Picris 401.
Picroglycion 388.
Pigmentbacterien 167.
Pilularia 310. 314.
Pilzcellulose 16.
Pilze 22. 246.
Pimentpfeffer 448.
Pimpernuss 435.
Pimpinella 440. 442.
Pinguicula 391.

Pinie 339.
Pinites 339.
Pinnularia 176.
Pinus 339.
Piper 407.
Piperaceae 407.
Piperinae 407.
Piptocephalideae 180.
Piptocephalis 180.
Pirola 407.
Pirolaceae 407.
Pirus 451.
Pisang 378.
Pistacia 434.
Pistazien 434.
Pistiaceae 366.
Pisum 456. 457.
Pittosporeae 435.
Pityoxylon 337.
Placenta 349.
Plagiochila 260.
Plagiothecium 277.
Plantaginea 382. 393.
Plantago 393.
Plasma 4.
Plasmodium 4. 7. 173.
Plataneae 381. 412.
Platanthera 379. 380.
Platanus 413.
Platterbse 457.
Platylobeae 437.
Platyphylleae 259.
Plectranthus 390.
Pleospora 211.
Plerom 70.
Pleuridium 274.
Pleurocladia 194.
Pleurococcus 164. 170. 215.
Pleurorhizeae 423. 424.
Pleurospermum 442.
Plocamium 202.
Plumbagineae 382. 405.
Plumbago 405.
Poa 370. 371.
Poacideae 369.
Pockholz 432.
Podetien 223.
Podocarpeae 336. 338.
Podocarpus 338.
Podospermum 401.
Podosphaera 206.
Pogostemon 390.
Polemoniaceae 383. 386.
Polemonium 386.
Pollenbildung 32. 346.
Pollenfächer 345.
Pollenkörner 158. 330. 332.
Pollenmutterzellen 346.
Pollensäcke 331. 332.
Pollenschlauch 332. 354.
Pollinodium 203.
Polybotrya 297.
Polycarpicae 417.
Polycarpon 415.
Polychidium 215.
Polychroit 376.
Polycnemum 414.
Polyembryonie 360.
Polygala 435.
Polygalaceae 383. 435.
Polygalasäure 435.
Polygaleae 383.
Polygamarin 435.
Polygonaceae 381. 413.
Polygonatum 375.
Polygoneae 413.
Polygonum 413.
Polyphagus 180.
Polypodiaceae 279. 295.
Polypodium 295. 297.
Polypogon 369.
Polyporei 244.
Polyporus 244. 246.
Polysiphonia 202.
Polystigma 211.
Polytrichaceae 275.
Polytrichum 275.
Pomaceae 385. 451.
Pomeranze 433.
Pomonaschwamm 246.
Pompelmus 433.
Pontederiaceae 377.
Populin 411.
Populus 411.
Porenkanäle 12.
Porocypheae 222.
Porocyphus 222.
Porphyra 202.
Porphyraceae 202.
Porre 375.
Portulaca 417.
Portulacaceae 417.
Portulak 417.
Potamogeton 363.
Potamogetoneae 363.
Potentilla 452.
Potentilleae 452.
Poteriaceae 452.
Poterium 452.
Pottia 275.
Pottiaceae 275.
Prasiola 188.
Prasium 389.
Preisselbeere 406.
Preissia 259.
Prenanthes 401.
Primordialschlauch 5.
Primordialzellen 4.
Primula 404.
Primulaceae 383. 404.
Primulinae 404.
Procambium 55. 71.
Promycelium 227.
Prosenchym 35.
Protea 449.
Proteaceae 449.
Proteïnkörner 8.
Proteïnstoffe 8. 114.
Prothallium 278. 287 etc.
Protonema 260.
Protophyta 162. 163.
Protoplasma 2. 3. 4.
Provenceröl 393.
Pruneae 453.
Prunella 389.
Prunus 453.
Psamma 369.
Pseudoparenchym 34.
Pseudopodium 266.
Psidium 448.
Psilotum 320.
Psora 223.
Psoroma 223.
Psorotichia 215. 223.
Psorotichieae 223.
Psychotria 396.
Ptelea 433.
Pterigynandrum 277.
Pteris 295. 297.
Pterocarpus 457.
Pterocarya 410.
Pterygophyllum 277.
Ptilidieae 259.
Ptilidium 259.
Ptilota 202.
Puccinia 227. 228.
Puffbohne 457.
Pulegium 389.
Pulicaria 399.
Pulmonaria 387.
Pulpa Tamarindorum 457.
Pulque 376.
Pulsatilla 421.
Punctaria 194.
Punica 448.
Purpurin 396.
Pycniden 203. 211.
Pyrenomycetes 197. 207. 220. 222. 223. 246.
Pyrethrum 402.
Pyrrhopin 422.
Pythium 184.
Quassia 433.
Quassiin 433.

Quecke 371.
Quellung 16.
Quendel 390.
Quercin 409.
Quercitronrinde 409.
Quercus 409.
Querspannung 133.
Quillaya 453.
Quillajeae 453.
Quirl 79.
Quitte 451.
Racemus 89.
Racomitrium 275.
Radieschen 425.
Radiola 431.
Radix Alkannae 387.
— Althaeae 430.
— Angelicae 442.
— Arnicae 402.
— Artemisiae 402.
— Bardanae 402.
— Belladonnae 388.
— Carlinae 402.
— Columbo 419.
— Enulae 401.
— Gentianae rubrae 394.
— Helenii 401.
— Jalapae 385.
— Imperatoriae 443.
— Ipecacuanhae 396.
— Iwarancusae 371.
— Levistici 442.
— Liquiritiae 456.
— Ononidis 456.
— Pannae 297.
— Pimpinellae 442.
— Polygalae amarae 435.
— Pyrethri 402.
— Ratanhiae peruvianae 457.
— Rhei 413.
— Saponariae rubrae 417.
— Sarsaparillae 375.
— Scammoniae 385.
— Senegae 435.
— Taraxaci 402.
— Vetiveriae 371.
Radula 259.
Rafflesia 450.
Rafflesiaceae 381. 450.
Ramalina 223.
Ramalineae 223.
Ramié 411.
Ranken 91. 97. 148.
Ranunculaceae 383. 420.
Ranunculeae 344.
Ranunculus 420. 421.
Raphaneae 425.
Raphanus 425.
Raphiden 28.
Rapistrum 425.
Raps 425.
Rapünzchen 397.
Rapunzel 403.
Ratanhawurzel 457.
Ratanhiagerbsäure 457.
Ratanhiaroth 457.
Rauschbeere 438.
Raute 432.
Raygras 371.
Receptaculum 282.
Rectembryae 387.
Reis 371.
Reisbohne 457.
Reisgerste 371.
Reizker 245.
Rennthierflechte 222.
Reseda 426.
Resedaceae 384. 425.
Reservestoffe 112.
Reservestoffbehälter 112.
Resina Benzoë 406.
— Mastix 434.
— Pini 339.
— Sandaraca 338.
Resorptionsbewegung 118.
Restiaceae 373.
Rettich 425.
Rhabarbareae 413.
Rhabarber 413.
Rhamneae 384. 436.
Rhamneïn 436.
Rhamnigenin 436.
Rhamnus 436.
Rhaphidospora 211.
Rhapontikwurzel 414.
Rheum 413.
Rheumgerbsäure 413.
Rheumsäure 413.
Rhinanthaceae 390.
Rhinanthus 390.
Rhizidium 180.
Rhizinen 216.
Rhizocarpeae 280. 306.
Rhizoiden 240. 260.
Rhizoma Aconiti 421.
— Asari 450.
— Calami 366.
— Caricis 372.
— Curcumae 378.
— Filicis 297.
— Galangae 378.
— Graminis 371.
— Hellebori albi 375.
— Hellebori viridis 421.
Rhizoma Imperatoriae 443.
— Iridis 376.
— Serpentariae 449.
— Tormentillae 452.
— Valerianae 397.
— Veratri 375.
— Zedoariae 378.
— Zingiberis 378.
Rhizome 91.
Rhizomorpha 246.
Rhizophora 447.
Rhizophoreae 447.
Rhodiola 443.
Rhododendron 407.
Rhodomeleae 202.
Rhodoraceae 407.
Rhodymenia 202.
Rhodymenieae 202.
Rhoeadin 422.
Rhoeadinae 422.
Rhoeadinsäure 422.
Rhus 434.
Rhynchospora 372.
Rhytisma 213.
Ribes 444.
Ribesiaceae 385. 444.
Riccia 258.
Ricciaceae 257. 258.
Ricciella 258.
Richardia 366.
Richardsonia 396.
Ricinus 437.
Ricinusöl 437.
Riedgräser 372.
Rinde 57. 73.
Rindenporen 49.
Rindenschwämme 244.
Rindenwurzeln 117.
Ring der Moosfrucht 270.
— des Farnsporangiums 285.
— der Pilze 237.
— — Schachtelhalme 317.
Ringelblume 402.
Ringgefässe 13. 52.
Rispe 89.
Rispengras 371.
Rittersporn 421.
Rivularia 166. 215.
Rivulariaceae 163. 166. 215.
Robinia 455. 456.
Roccella 215. 223.
Roccelleae 223.
Rocou 427.
Roestelia 228.
Röhrencassie 457.

Röhrenschwämme 244.
Roggen 371.
Roggenkornbrand 231.
Roggenstärke 23.
Roggenstengelbrand 231.
Roggentrespe 371.
Rohr 371.
— spanisches 367.
Rohrzucker 26. 371.
Rosa 452.
Rosaceae 385. 451.
Rose 452.
Roseae 451.
Rosenholz 457.
Rosenkohl 425.
Rosenöl 452.
Rosiflorae 451.
Rosinen 436.
Rosmarinus 388. 390.
Rosskastanie 434.
Rostpilze 226.
Rotation des Plasma 6.
Rothalgen 21.
Rothbuche 409.
Rothdorn 451.
Rothfäule 244.
Rothkraut 425.
Rothtanne 339.
Rottlera 437.
Rottlerin 437.
Rubeae 452.
Rubia 396.
Rubiaceae 382. 395.
Rubus 452.
Ruchgras 371.
Rübe 414. 425.
Rübsen 425.
Rüster 412.
Rumex 413.
Rumiceae 413.
Runkelrübe 414.
Ruppia 363.
Ruscus 375.
Russbrand 231.
Russula 245.
Ruta 432.
Rutaceae 432.
Ruteae 432.
Rutin 432.
Rutinae 432.
Saathafer 371.
Sabadilla 375.
Sabadillin 375.
Sabatrin 375.
Sabina 338.
Saccharomyces 168.
Saccharomycetes 163. 168.
Saccharum 371.
Sadebaum 338.
Saflor 402.
Safran 376.
Saftgrün 436.
Sagenopteris 314.
Sagina 416.
Sagittaria 364.
Sago 367.
Sagopalme 367.
Salbei 390.
Salep 380.
Salicin 411.
Salicineae 381. 410.
Salicornia 414.
Salisburia 338.
Salix 411.
Salsola 414.
Salvia 388. 390.
Salvinia 306.
Salviniaceae 280. 306.
Sambucoideae 396.
Sambucus 397.
Samen 330.
Sameneiweiss 333. 359.
Samenknospe 330. 332. 349.
Samenmantel 351.
Samenpflanzen 160. 330.
Samenschale 359.
Samolus 404.
Sandarakharz 338.
Sandelholz 450. 457.
Sandhafer 371.
Sandsegge 372.
Sanguis Draconis 367.
Sanguisorba 452.
Sanguisorbeae 452.
Sanicula 440.
Saniculeae 439.
Santalaceae 381. 450.
Santalum 450.
Saoria 405.
Sapindaceae 434.
Saponaria 416. 417.
Saponin 417. 453.
Sapotaceae 405.
Saprolegnia 184.
Saprolegniaceae 181. 184.
Saprophyten 22. 117.
Sarcina 167.
Sarcolobae 455.
Sarcosyphus 260.
Sargassum 194. 196. 246.
Sarothamnus 454. 456.
Sarraceniaceae 426.
Sarsaparille 375.
Sassafras 418.
Satanspilz 245.
Satureja 390.
Saubohne 457.
Sauerampfer 414.
Sauerdorn 418.
Sauerstoff 7. 105.
Saugwurzeln 117.
Saururea 408.
Saururus 408.
Saussurea 399.
Saxifraga 444.
Saxifragaceae 385. 443.
Saxifrageae 444.
Saxifraginae 443.
Scabiosa 398.
Scammonin 386.
Scammonium 386.
Scandiceae 442.
Scandix 442.
Scapania 260.
Schabziegerklee 456.
Schachtelhalme 314.
Schälwunden 75.
Schafchampignon 245.
Schafeuter 244.
Schafgarbe 402.
Schalenbildung der Zellhaut 17.
Schalotte 375.
Scharte 402.
Scheibenpilze 212.
Scheinaxe 88.
Scheinfrüchte 360.
Scheinfüsse 6.
Scheingräser 372.
Scheinparenchym 34.
Scheitelzelle 64.
Schellack 412.
Scheuchzeria 364.
Scheuerkraut 319.
Schichtung der Zellhaut 15.
Schiefblatt 445.
Schierling 443.
Schistostega 274.
Schistostegaceae 274.
Schizaea 300.
Schizaeaceae 279. 299.
Schizandreae 420.
Schizocarpae 270. 273.
Schizomycetes 163. 166.
Schizophyllum 245.
Schizophyta 166.
Schizothrix 165.
Schlafmohn 422.
Schlangenwurzel 449.
Schläuche, schleimführende 61.
Schlauchhyphen 222.
Schlauchsporen 204.
Schleier der Farne 282.

Schleier der Hutpilze 237.
Schleimpilze 172.
Schleuderzellen 256.
Schliesszellen 42.
Schlingpflanzen 147.
Schlusszellen 357.
Schmierbrand 231.
Schneeball 397.
Schneebeere 397.
Schneeglöckchen 375.
Schnittlauch 375.
Schoberia 414.
Schöllkraut 422.
Schoenus 372.
Schote 423.
Schötchen 423.
Schraubel 88. 90.
Schriftflechten 223.
Schütte der Kiefer 213.
Schüttgelb 436. 456.
Schuppen 45.
Schuppenbäume 329.
Schuppenblätter 96.
Schwärmsporen 157.
Schwärmzellen 7. 28. 157.
Schwammparenchym 35.
Schwarzkiefer 339.
Schwarzwurzel 402.
Schwefel 105.
Schwefelkopf 246.
Schwerkraft 141.
Schwingel 371.
Sciadopityeae 338.
Sciadopitys 338.
Scilla 374. 375.
Scillitin 375.
Scirpeae 372.
Scirpus 372.
Scitamineae 377.
Sclerantheae 382. 415.
Scleranthus 415.
Sclerenchym 39. 46. 58.
Sclerochloa 370.
Scleroderma 234.
Sclerodermeï 234.
Sclerotium 210. 243.
Scolecit 212.
Scolecopteris 304.
Scolopendrium 297.
Scorodosma 443.
Scorzonera 401. 402.
Scrophularia 390.
Scrophulariaceae 383. 390.
Scutellaria 389.
Scytonema 165.
Scytonemaceae 163. 165.
Secale 371.
Secale cornutum 211.
Sedum 443.
Seegras 363.
Segment 64.
Segmentwand 64.
Segmentzelle 64.
Seidelbast 449.
Seidenpflanze 395.
Seidenschwamm 245.
Seifenkraut 417.
Selaginella 325.
Selaginelleae 320. 325.
Selaginoideae 392.
Seligeria 275.
Seligeriaceae 275.
Selinum 441.
Sellerie 443.
Semen Cacao 429.
— Colchici 375.
— Cydoniae 451.
— Cynae 402.
— Foeni graeci 456.
— Hyoscyami 388.
— Lini 431.
— Papaveris 422.
— Psyllii 393.
— Quercus 409.
— Sinapis 425.
— Stramonii 388.
— Strychni 394.
Semmelpilz 244.
Sempervivum 443.
Senebiera 425.
Senebiereae 425.
Senecio 400.
Senegin 435.
Senf 425.
Sennacrol 457.
Sennapikrin 457.
Sennesblätter 457.
Septoria 211.
Sequoia 338.
Sequoieae 338.
Serapias 379.
Serpentariae 449.
Serradella 456.
Serratula 399. 402.
Seseli 441.
Seselineae 440.
Sesleria 370.
Seta 247. 266.
Setaria 369. 371.
Sherardia 396.
Sideritis 389.
Sideroxylon 405.
Siebplatten 55.
Siebröhren 55.
Siegelbäume 329.
Sieglinga 370.
Sigillaria 329.
Sigillarieae 329.
Silaus 441.
Silene 416.
Sileneae 416.
Siler 442.
Silerineae 442.
Silicium 106.
Silicula 423.
Siliqua 423.
Siliqua dulcis 457.
Simaruba 433.
Simarubeae 433.
Sinapis 425.
Sinnpflanze 458.
Siphoneae 183.
Siphonia 437.
Sirosiphon 166.
Sirosiphoneen 163. 165. 215.
Sistostrema 244.
Sisymbrieae 424.
Sisymbrium 424.
Sium 440.
Smilaceae 362. 374. 375.
Smilacin 375.
Smilax 375.
Smyrneae 442.
Soja 457.
Solanaceae 383. 387.
Solanin 388.
Solanites 388.
Solanum 387. 388.
Soldanella 404.
Solidago 399. 401.
Somapflanze 395.
Sommerraps 425.
Sommerrübsen 425.
Sommersporen 227.
Sonchus 401.
Sonnenblume 401.
Sophora 456.
Sorbaria 453.
Sorbus 451.
Sordaria 211.
Soredialäste 219.
Soredien 157. 218.
Sorghum 371.
Soyeria 401.
Spadiciflorae 365.
Spadix 88.
Spaltöffnungen 37. 41.
Sparassis 244.
Sparganium 365.
Spargel 375.
Spark 416.
Spartium 454.
Spathulea 214.
Specularia 403.

Speiteufel 245.
Spelz 371.
Spergel 416.
Spergula 416.
Spergularia 416.
Spermatien 203. 211. 220.
Spermatophyta 160. 330.
Spermatozoiden 158. 325.
Spermogonien 203. 211. 220.
Sphacelaria 194.
Sphacelarieae 194.
Sphacelia 210.
Sphaerangium 274.
Sphaerella 211.
Sphaeria 211. 246.
Sphaerobolus 234.
Sphaerococcideae 202.
Sphaerococcus 202.
Sphaerococcites 246.
Sphaerokrystalle 18. 26.
Sphaerophoreae 223.
Sphaerophorus 223.
Sphaeroplea 182.
Sphaeropleaceae 181. 182.
Sphaeropleeae 181. 182.
Sphaerotheca 206.
Sphagna 270. 273.
Sphagnaceae 273.
Sphagnum 273.
Sphenopterideen 294.
Sphenopteris 294.
Spica 88.
Spicularzellen 60.
Spilanthes 401.
Spilonema 215
Spindelbaum 435.
Spinacia 414.
Spinat 414. 417.
Spiraea 453.
Spiraeeae 452.
Spirale der Blattstellung 98.
Spiralgefässe 13. 52.
Spiranthes 380.
Spirillum 167.
Spirochaete 167.
Spirogyra 174.
Spirolobeae 423. 425.
Spirre 89.
Spirulina 165.
Spitzenwachsthum der Membran 10.
Splachnaceae 275.
Splachnum 275.
Splint 74.
Sporangium 277. 282. 301 etc.
Sporen 157 etc.
Sporenfrüchte 310.
Sporenknospen 189.
Sporenpflanzen 160.
Sporensack 268.
Sporenschläuche 204.
Sporidien 227.
Sporledera 274.
Sporogonium 247. 255. 266.
Sporophyta 160.
Spritzgurke 404.
Spross 83.
Sprossung der Zelle 31.
Squamarieae 202.
Stachelbeere 444.
Stacheln 102.
Stachelschwämme 244.
Stachys 389.
Stäbchenträger 241.
Stärke 9. 22. 23. 55. 60. 109 etc.
Stärkemembranen 16.
Staminodien 344.
Stamm 78.
Stammranken 91.
Stapelia 395.
Staphylea 435.
Staphyleaceae 435.
Starrezustände beweglicher Blätter 115.
Statice 405.
Staubbrand 231.
Staubgefässe 96. 153. 331. 343.
Staurastrum 176.
Stechapfel 388.
Stechdorn 436.
Stechpalme 436.
Stecklinge 74. 156.
Stegocarpae 270. 274.
Steinbrand 231.
Steinnuss 367.
Steinpilz 244.
Steinzellen 35. 60.
Stellaria 416.
Stellatae 396.
Stemonitis 174.
Stenactis 399.
Stenolobeae 437.
Sterculiaceae 429.
Stereocaulon 222. 223.
Stereum 244.
Sterigmen 225.
Sternanis 419.
Sternhaare 45.
Stichococcus 164.
Stickstoff 105.
Sticta 223.
Stictideae 213.
Stictinsäure 222.
Stictis 213.
Stiefmütterchen 426.
Stieleiche 409.
Stigmaria 329.
Stillingia 437.
Stinkasant 443.
Stinkbrand 231.
Stipa 369. 371.
Stipeae 369. 371.
Stipites Dulcamarae 388.
Stockmalve 430.
Stockrose 430.
Stockschwamm 245.
Stoffwanderung 111.
Stoffwechsel 111. 120.
Stolonen 91.
Stoppelschwamm 244.
Storax 406.
Stramonin 388.
Strangscheiden 59.
Stratioteae 364.
Stratiotes 364.
Strauchflechten 217.
Strauss 89.
Streifung der Zellhaut 15.
Streptopus 375.
Striaria 194.
Strobili Lupuli 412.
Stroma 210.
Strontium 106.
Strychnin 394.
Strychnos 394.
Stützschläuche 225.
Sturmia 380.
Stylidiaceae 403.
Stylosporen 203. 211.
Styraceae 405.
Styracin 444. 456.
Styrax 405.
Styrax liquidus 444.
Styrol 444.
Subularia 425.
Subularieae 425.
Succade 433.
Succisa 398.
Süssholz 456.
Süssling 245.
Summitates Sabinae 338.
Sumpfcypresse 338.
Surirayeae 178.
Suspensoren 179.
Swertia 394.
Swietenia 433.
Symphoricarpus 397.
Symphytum 387.
Sympodium 88.
Synalissa 215. 223.

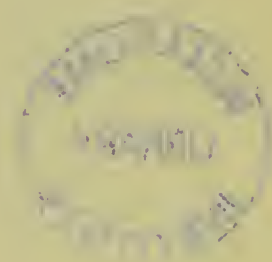
Synchytrium 180.
Synechococcus 165.
Synedreae 178.
Syringa 393.
Tabak 388.
Tabellarieae 178.
Tabernaemontana 395.
Tacca 376.
Taccaceae 376.
Taeniopterideen 294.
Tagetes 401.
Takamahaka 434.
Tamarinde 457.
Tamarindi 457.
Tamarindus 457.
Tamariscineae 384. 428.
Tamarix 428.
Tamus 376.
Tanacetum 399. 400.
Tange 192.
Tanghinia 395.
Tanne 339.
Tannenwedel 447.
Tapiocca 437.
Taraxacin 402.
Taraxacum 401. 402.
Targionia 258.
Targionieae 258.
Taschen 204.
Taumellolch 372.
Tausendgüldenkraut 394.
Tausendschön 401.
Taxaceae 336. 337.
Taxineae 336. 337.
Taxodineae 338.
Taxodium 338.
Taxoxylon 337.
Taxus 337.
Teakholz 393.
Tecoma 392.
Tectona 393.
Teesdalea 424.
Teichbinse 372.
Teichlinse 363.
Teichrohr 371.
Telekia 400.
Telephora 244.
Telephoreï 244.
Teleutosporen 227.
Terebinthaceae 433.
Terebinthina communis 339.
— cypria 434.
— veneta 339.
Terebinthinae 432.
Ternstroemiaceae 428.
Terpenthin 339.
Terpenthingänge 62.
Terra japonica 396. 458.
Testudinaria 376.
Tetmemorus 176.
Tetrachytrium 180.
Tetragonia 417.
Tetragonolobus 455.
Tetraphideae 275.
Tetraphis 275.
Tetrasporen 200.
Teufelsdreck 443.
Thalassiophyllum 195.
Thalictrum 421.
Thalloidima 223.
Thallophyten 79. 160. 161. 246.
Thallus 78.
Thapsieae 442.
Thea 428.
Thee 428.
Theer 339.
Theilungsgewebe 35.
Theïn 428. 436.
Theobroma 429.
Theobromin 429.
Thesium 450.
Thimotheegras 371.
Thlaspi 424.
Thlaspideae 424.
Thrincia 401.
Thuidium 277.
Thunbergia 392.
Thuja 338.
Thyllen 11. 53. 75.
Thymelaea 449.
Thymelaeaceae 382. 448.
Thymelinae 448.
Thymian 390.
Thymus 389. 390.
Thyrsopteris 299.
Thyrsus 89.
Thysselinum 441.
Tiglium 437.
Tilia 429.
Tiliaceae 384. 429.
Tillaea 443.
Tilletia 230. 231.
Tilopteris 194.
Tmesipteris 320. 323.
Tochterzelle 28.
Toddalieae 433.
Toddy 367.
Todea 300.
Todtenblume 402.
Toffieldia 374.
Tolen 456.
Tollkirsche 388.
Tolubalsam 456.
Tolypella 192.
Tomate 388.
Tonkabohne 457.
Topinambur 401.
Tordylium 442.
Torfmoose 273.
Torilis 442.
Tormentilla 452.
Tormentillroth 452.
Torsion 149.
Toxicodendronsäure 434.
Tozzia 391.
Tracheen 54.
Tracheïden 53.
Trachylobium 457.
Tradescantia 373.
Tragacantha 456.
Traganth 19. 456.
Tragopogon 401.
Tragus 369.
Trama 233. 240.
Trametes 244.
Transpiration 122.
Trapa 446.
Trapeae 446.
Traube 89.
Traubeneiche 409.
Traubenkörper 14. 18.
Traubenkrankheit 206.
Traubenpilz 206.
Traubenzucker 26.
Tremandreae 435.
Tremella 231.
Tremellini 197. 230.
Treppengefässe 11.
Tribulus 432.
Trichia 174.
Trichoblasten 60.
Trichocladia 206.
Trichocolea 259.
Trichogyne 196. 220.
Trichomanes 295.
Trichome 102.
Trichophor 200.
Trichostomum 275.
Tricoccae 436.
Trientalis 404.
Trifolieae 455.
Trifolium 455. 456.
Triglochin 364.
Trigonella 455. 456.
Trinia 440.
Triodia 370.
Tripel 18. 178.
Triphragmium 228. 229.
Trisetum 369.
Triticum 371.
Trochodendreae 420.
Trockenstarre 156.
Trockensubstanz 104.
Trogia 245.

Trollius 421.
Trompetenbaum 392.
Tropaeolcae 431.
Tropaeolum 431.
Trüffeln 224.
Tuber 225.
Tubera Aconiti 421.
— Colchici 375.
— Salep 380.
Tuberacei 197. 224.
Tubercularia 212.
Tubiflorae 385.
Tubuliflorae 398.
Tüpfel 11.
Tüpfelkanäle 11.
Türkenbund 404.
Tulipa 374. 375.
Tulpenbaum 419.
Tunica 416.
Turgenia 442.
Turgor 131.
Turiones Pini 339.
Turneraceae 445.
Turritis 424.
Tussilago 400. 401.
Typha 365.
Typhaceae 362. 365.
Ulex 454.
Ulmaceae 382. 412.
Ulmaria 453.
Ulmoideae 412.
Ulmus 412.
Ulota 275.
Ulotricheae 169. 171.
Ulothrix 171.
Ulva 188.
Ulvaceen 188.
Umbella 89.
Umbelliferae 385. 438.
Umbelliferon 443.
Umbelliflorae 438.
Umbellula 89.
Umbilicaria 223.
Umbilicarieae 223.
Uncaria 396.
Uncinula 206.
Upas 412.
Urari 394.
Urceolaria 223.
Uredineae 226.
Uredo 227. 228.
Urmeristem 35. 63.
Urocystis 230. 231.
Uromyces 228. 229.
Urson 406.
Urtica 411.
Urticaceae 382. 411.
Urticinae 411.
Usnea 222. 223.
Usneaceae 223.
Ustilagineae 229.
Ustilago 230. 231.
Ustulina 211.
Utricularia 391.
Utriculariaceae 391.
Vaccaria 416.
Vaccinieae 382. 406.
Vaccinium 406.
Vacuolen 5.
Valeriana 397.
Valerianaceae 382. 397.
Valerianella 397.
Vallisneria 364.
Vallisnerieae 364.
Valsa 212.
Vanilla 380.
Vanille 380.
Vanillin 380.
Variationsbewegungen 151.
Vaucheria 182.
Vaucheriaceae 181. 182.
Vegetationskegel 63.
Vegetationspunkt 63.
Veilchen 426.
Veilchenwurzel 376.
Venus-Fliegenfalle 426.
Veratrin 375.
Veratrum 374. 375.
Verbascum 390.
Verbena 393.
Verbenaceae 383. 392.
Verdickungsring 73.
Verdoppelung 100.
Verdunstung 122.
Verholzung 17.
Verjüngung der Zelle 28.
Verjüngungsschicht 49.
Verkorkung 17.
Vermehrung der Zelle 30.
— vegetative 157.
Veronica 390. 391.
Verpa 214.
Verrucaria 223.
Verrucarieae 215. 223.
Verschleimung 17.
Verschlussschicht 50.
Vesicaria 424.
Vibrio 167.
Viburnum 397.
Vicia 456. 457.
Vicieae 456.
Vicioideae 456.
Victoria 422.
Villarsia 394.
Vinca 395.
Vincetoxicum 395.
Viola 426.
Violaceae 384. 426.
Viscaria 416.
Viscin 450.
Viscum 450.
Vismia 427.
Vitaceae 384. 436.
Vitis 436.
Vitsbohne 457.
Vochysiaceae 435.
Vogelbeerbaum 451.
Vogelleim 450.
Vollzellbildung 28.
Voltzieen 337.
Volva 237.
Volvocineae 181.
Volvox 181.
Vorhang 237.
Vorkeim 248. 254. 256. 260. 278. 287. 303. 318.
Vouapa 457.
Vulpinsäure 222.
Wachholderbeeren 338.
Wachs 40.
Wachsblume 395.
Wachspalmen 40. 367.
Wachsthum 129. 132.
Wärme 7. 22. 110. 120. 123. 127. 136. 138. 149. 154.
Wärmestarre 156.
Wahlenbergia 403.
Waid 425.
Walchieen 337.
Waldchampignon 245.
Waldmeister 396.
Wallnuss 410.
Wandflechte 222.
Wasser 104. 121.
Wasserbewegung 121.
Wasserfenchel 442.
Wassergewebe 38. 46.
Wasserhüllen der Moleküle 15.
Wasserlinse 363.
Wassermelone 404.
Wassernetz 171.
Wasserpest 364.
Wasserporen 43.
Wasserreis 371.
Wasserschierling 443.
Wasserspalten 43.
Wasserstoff 105.
Wau 426.
Webera 275.
Weberkarde 398.
Weichbast 56. 115.
Weichsel 463.
Weide 411.
Weidenschwamm 244.

Weigelia 397.
Weihrauch 434
Wein, wilder 436.
Weingaertneria 370.
Weinpalme 367.
Weinsäure 457.
Weinsteinflechte 222.
Weinstock 436.
Weisia 275.
Weisiaceae 275.
Weissbuche 409.
Weissdorn 451.
Weissfäule 244.
Weisskraut 425.
Weisstanne 339.
Weizen 371.
— türkischer 371.
Weizenstärke 23. 25.
Wellingtonia 338.
Welwitschia 340.
Wermuth 402.
Weymuthkiefer 339.
Wickel 88. 89.
Wiesenschwamm 245.
Wintereae 419.
Winterknospen 90. 322.
Winterraps 425.
Winterrinde 420.
Winterrübsen 425.
Wintersporen 228.
Wirsing 425.
Wirtel 79. 97.
Wohlverleih 402.
Wolfsbohne 456.
Wollblumen 391.
Wollkraut 391.
Woodsia 297.
Wruke 425.
Wunderblume 415.
Wurmmoos 202.
Wurmsamen 402.
Wurzel 67. 76. 77. 78. 80.
Wurzeldruck 126.
Wurzelfäule 246.
Wurzelhülle 46.
Wurzelhaare 44.
Wurzelhaube 80.
Wurzelscheide 82.
Wurzelträger 326.
Xanthium 382. 398.
Xanthophyll 21.
Xanthoxyleae 433.
Xanthoxylon 433.
Xeranthemum 400.
Xylaria 211.
Xylem 50. 52.
Xylemstrahlen 57.
Xyrideae 373.
Yam 376.
Yamswurzel 376.
Yucca 375.
Yuccites 375.
Zamia 337.
Zannichellia 363.
Zea 368. 371.
Zelle 1. 3.
— nackte 4.
Zellbildung 28.
— freie 30.
Zellenbündel 35.
Zellengruppen 35.
Zellenfäden 34.
Zellennester 35.
Zellenreihen 34.
Zellenschicht 34.
Zellenstränge 35.
Zellgewebe. 34.
Zellhaut 2. 3. 9.
Zellkern 2. 3. 5. 9.
Zellmembran 9.
Zellsaft 2. 26.
Zellstoffbalken 14.
Zellstofffäden 14. 18.
Zellstoffring 33.
Zelltheilung 31.
Zeugungsverlust 294.
Ziegenbart 244.
Zilleae 425.
Zimmtbaum 418.
Zimmtkassia 418.
Zimmtöl 418.
Zimmtrinde 418.
Zimmtsäure 406. 444. 456.
Zingiber 378.
Zingiberaceae 377.
Zink 106.
Zinnia 401.
Zirbelkiefer 339.
Zittergras 371.
Zittwer 378.
Zizania 371.
Zizyphus 436.
Zoogloea 166.
Zoosporeae 169. 170.
Zostera 363.
Zosteraceae 363.
Zucker 22. 25. 26. 109.
Zuckerahorn 435.
Zuckerrohr 371.
Zuckertang 195.
Zweisamenlappige 160.
Zwetsche 453.
Zwiebel 91. 375.
Zygnema 174.
Zygnemaceae 169. 174.
Zygochytrium 180.
Zygomycetes 169. 178.
Zygophylleae 432.
Zygosporen 30. 169.
Zygosporeae 162. 169.



Druck von Pöschel & Trepte in Leipzig.



Abänderungen in der Systematik. p 361




STAINLESS STEEL


24ColorCard
CameraTrax.com